

# عالم الفكر

رئيس التحرير : أحمد مشاري العدواني  
مستشار التحرير : دكتور أحمد أبو زيد

مجلة دورية تصدر كل ثلاثة أشهر عن وزارة الاعلام في الكويت \* يوليو - اغسطس - سبتمبر - ١٩٧٤  
المراسلات باسم : الوكيل المساعد للشئون الفنية \* وزارة الاعلام - الكويت : ص ٠ ب ١٩٣

## المحتويات

### الطاقة والحياة

التمهيد	٣
الطاقة طبيعتها وصورها ومنابعها	١٣
البتترول والطاقة	٦٩
الطاقة في الحاضر والمستقبل	٩١
الطاقة والحضارة	١٤٧

★ ★ ★

### آفاق المعرفة

التفكير الابداعي والمجتمع الحديث	١٧٩
----------------------------------	-----

★ ★ ★

### أدباء وفنانون

بيكاسو	٢١٥
--------	-----

★ ★ ★

### عرض الكتب

سفر التكوين كاسطورة	٢٤٥
---------------------	-----

الدراسات التي تنشرها المجلة تعبر عن آراء اصحابها وحدهم .



## الطاقن والحياة

### تمهيد

في عام ١٧٧٥ اتخذت الاكاديمية الفرنسية للعلوم قرارا خطيرا بعدم مساندة أو تدعيم البحوث والخطط التي كانت تدور حول فكي الحركة الدائمة أو الحركة الأبدية أو تدعيم المشروعات التي كانت تحاول اخراج هذه الفكرة الى حيز الوجود . . وبمقتضى هذا القرار اغلقت الاكاديمية ابوابها - على ما يقول اوتو فريش Otto Freach في كتابه Atomic Physics Today في وجه الكثيرين من الباحثين والمخترعين الطموحين الذين كانوا يحاولون بناء أجهزة وآلات يمكن ان تعمل بغير توقف وانقطاع ، مستخدمين في ذلك كثيرا من الادوات والآلات والروافع والمجلات والطواحين المائية والهوائية وما اليها . ولقد مرت تجارب هؤلاء المخترعين والعلماء بكثير من الصعوبات وقامت في وجهها كثير من العوائق ، وتعرضوا هم انفسهم لكثير من المثبطات التي كانت خليقة بأن تدفع الى اليأس ، خاصة وان الكثير من الآلات والأجهزة التي توصلوا الى اختراعها بعد طول عناء لم تعمل على الاطلاق ، فضلا عن أن تعمل بغير توقف وفي حركة أبدية دائبة . ومع ذلك فقد كان لهذه التجارب المريعة الصعبة نتيجة يحسن التمهل امامها والتأمل فيها ، وهي ان هؤلاء العلماء تحققوا من أن العمل - أي عمل - لا يمكن أن ينتج من

لا شيء ، وان كل ما يمكن للانسان ان يفعله عن طريق الجهود المضيئة المستمرة هو ان يحول العمل او ( الشغل ) من صورة الى أخرى ، وان الافكار الرئيسية انما تتبلور وتتجسد ببطء شديد وبعد صراع عنيف طويل . فالآلة البخارية مثلاً ظلت تستخدم قرناً كاملاً تقريباً قبل ان يصل الناس ويدركوا ان كل ما تفعله هو انها تحول الحرارة الى ( شغل ) . بل ان الامر احتاج الى فترة اطول من هذا بكثير لكي يدرك الناس ايضا ويفهموا كنه الشيء الذي يتحول الى حرارة حين يحترق الخشب او الفحم . وكان لا بد من ان نعطي هذا الشيء المبهم الغامض غير الملموس ، والذي يمكنه ان يتحول من صورة الى أخرى الى ان يصبح ( شغلاً ) اسماً معيناً ، فاطلق عليه كلمة ( طاقة ) او Energy ، وهى تسمية ادخلها لأول مرة **توماس يونج** Thomas Young حوالى عام ١٨٣٠ لى يستخدمها فى اغراض محددة بالذات ، ولكن الاسم لم يلبث ان شاع استعماله وانتشر وانتقل الى الاحاديث اليومية ، واصبحت كلمة ( الطاقة ) الآن من اكثر الكلمات تداولاً خاصة فى الظروف الراهنة التى يمر بها المجتمع الدولى .

وليس من السهل تعريف الطاقة وان كان يمكن وصفها بشكل عام بانها ( القدرة على اداء الشغل ) ، ولو ان كلمة ( شغل ) لا تعنى شيئاً واحداً بالنسبة للرجل فى الحياة اليومية وبالنسبة لعالم الفيزياء . فليست الطاقة شيئاً يمكن ادراكه دائماً بالحواس ، كما انها قد تظهر فى اشكال كثيرة متنوعة مثل طاقة الحركة ، او ما يعرف باسم Kinetic Energy او فى شكل حرارة أو ضوء ، او قد تظهر فى سريان التيار الكهربائى او فى شكل الطاقة النووية وما الى ذلك . بل ان سقوط التفاحة الشهيرة التى ادت بنىوتن الى اكتشاف قانون الجاذبية يعزى الى انطلاق ما يسمى بالطاقة الكامنة فى التفاحة على ما يقول **ميتشل ويلسون** Mitchell Wilson فى كتابه الصغير عن « **الطاقة Energy** » ( صفحة ٦ ) . وقد يمكن تقريب فكرة الطاقة الكامنة التى يتحدث عنها الكثيرون بالساعة التى يملأها المرء بالطريقة التقليدية . فحين يقوم المرء بهذا العمل فانه يؤدى ( شغلاً ) ، وهنا يقال ان زنبرك الساعة اكتسب ( طاقة كامنة ) سوف يفقدها او يبذلها ثانية بالتدريج خلال الفترة التى تستمر فيها الساعة تعمل او ( تدور ) . فكان استخدام كلمة طاقة انما كان وسيلة مناسبة ليستطيع بها العلماء ان يصفوا قدرة أى شىء على اداء ( الشغل ) . والكلمة الانجليزية Energy تعنى النشاط ، وهى مأخوذة أصلاً من الكلمة اليونانية Energos التى تعنى ( نشيط ) وهى مكونة من مقطعين هما en ومعناها ( فى ) ثم ارجون ergon ومعناها ( شغل ) مما يعنى فى آخر الامر ان الشىء ذا الطاقة يمكن ان يؤخذ على انه شىء « يحتوى شغلاً داخله » ( انظر كتاب **آسيمون عن الحياة والطاقة** ، الترجمة العربية ، صفحة ٦ ) .

وليس من شك فى ان استعراض تاريخ الانسان منذ اقدم عصوره حتى الآن خليق بأن يكشف لنا عن ان الطاقة كانت دائماً بمثابة المفتاح الاساسى لأعظم وأسمى اهداف الانسان واحلامه بتحقيق عالم مثالى ، او على الاقل عالم أفضل وأجمل واكثر سعادة من الواقع الذى يعيش فيه . ومن هنا كان بعض العلماء يحاولون دراسة تطور التاريخ البشرى ونقد المجتمع بالاشارة الى نجاح الانسان فى التحكم فى الطاقة وتسخيرها لصالحه . والرأى السائد لدى هؤلاء العلماء ان سكان الكهوف من البشر بدأوا سيرهم على طريق الحضارة حين بدأ الانسان المبكر يستخدم الطاقة الكامنة فى النار للتدفئة والاستضاءة ، والطاقة الكامنة فى جسمه فى الحصول على الطعام وتوفير



القوت ، مستعينا في ذلك بالآلات والادوات البسيطة البدائية التي استطاع ان يصنعها مثل عصا الحفر او بعض الادوات الحجرية او القوس والسهم وما الى ذلك . وخلال القرون الطويلة التي عاشها الانسان بعد ذلك ظل بحثه عن سعادته ورفاهيته المادية مرتبطا ارتباطا وثيقا بالتحكم في مختلف اشكال مصادر الطاقة : الفحم والبتروك والكهرباء . وتمكن في الازمنة الحديثة من ان يصل الى وسائل فعالة ومعقدة للحصول على الطاقة وتسخيرها في مختلف الأغراض ، بل ان محاولته الوصول الى القمر ذاتها انما تحققت عن طريق التحكم في الطاقة الكيميائية من اجل الصواريخ . وكل الدلائل تشير الى انه سوف يعتمد في المستقبل في محاولاته اكتشاف الكواكب على التحكم في الطاقة الكامنة في نواة الذرة . ومقال « الطاقة والحضارة » في هذا العدد يحاول ان يعرض لبعض الآراء ووجهات النظر الذي يؤمن بها بعض علماء الاجتماع والانتروبولوجيا، بل وايضا علماء الفيزياء الذين يهتمون بالجانب الانساني في قصته السيطرة على الطاقة . وهي كلها آراء تسترشد بالمبدأ القائل ان « تاريخ الانسان هو تاريخ تطور اشكال وصور استخدامه للطاقة اكثر منه ما هو قصة شهوات الدول والفراة » على مايقول آسيمون .

والواقع ان انشغال الانسان بأمر الطاقة كان - سواء شعوريا او لا شعوريا - من أهم مطالبه منذ القدم . فقد كان يعمل دائما للحصول عليها وتسخيرها والتحكم فيها ، ويسخر لذلك كل كفاءاته ومهاراته ، كى يستمر المجتمع في الوجود. فقصة الانسان هي بشكل ما قصة الصراع مع البيئة . ومع ان الانسان البدائي ، وكذلك معظم الحيوانات يمكنها تغيير سلوكها لتتلاءم مع التحديدات البيئية المتغيرة فان تكريس قوى الانسان وقدراته لتغيير البيئة هو امر من خصائص الانسان وحده ، وخاصة ينفرد بها عن غيره من الكائنات . ويكاد الرأي يسود بين العلماء على انه حين تعلم الانسان ( البدائي ) طريقة اشعال البارواستخدامها للتدفئة ، ثم الطهي فانه كان قد خطا في حقيقة الامر خطوة جبارة نحو استخدام مصادر الطاقة . ذلك ان استخدام الطاقة كان مفتاحا لتوفير الطعام والراحة البدنية وتحسين اسلوب الحياة الى ابعد من مجرد متطلبات العيش والوجود . وليس ثمة شك في ان استخدام الطاقة والافادة منها يتوقف على عاملين أساسيين هما : توفر المصادر والمهارة التكنولوجية لتحويل هذه المصادر الى حرارة وعمل مفيد . وليس من شك ايضا في ان مصادر الطاقة كانت متوفرة دائما ، ولكن اختراع الطرائق لتحويل الطاقة الى عمل مفيد عملية حديثة نسبيا وتدرجية، وسوف تظل حاجة الانسان تتزايد الى الطاقة ، بحيث ان دراسة هذه الحاجة في تزايدها وفي طريقة اشباعها تؤلف فصلا رائعا في تاريخ تقدم الجنس البشرى .

وقد يمكن لنا ان نأخذ فكرة عن مدى احتياج الانسان للطاقة ومدى تزايد هذه الحاجة في المستقبل اذا نحن عرفنا انه حتى عام ٢٠٠٠ ، اى بعد اقل من حوالى ربع قرن فقط من الآن سوف تستهلك امريكا من الطاقة اكثر مما استهلكته في كل تاريخها ، وان ذلك الاستهلاك سوف يتضاعف في امريكا سنويا بينما سوف تزداد حاجة العالم ككل ثلاثة اضعاف ما هي عليه الآن . واعتبارا من عام ٢٠٠٠ ينتظر أن يكون ما تحتاج اليه امريكا من الطاقة سنويا هو ضعف ما هو عليه الآن . والمعروف ان الولايات المتحدة تستخدم ٣٥ ٪ من الطاقة العالمية على الرغم من ان عدد سكانها هو ٦ ٪ فقط من العالم . والمحتمل ان يصبح نصيبها من الطاقة في تلك السنة حوالى ٢٥ ٪ فقط نتيجة

لزيادة النسبة في سكان العالم ، وازدياد اقبال الدول النامية على التصنيع واستهلاك مزيد من الطاقة . ويبلغ معدل زيادة الطاقة فيها بالنسبة للفرد الواحد حوالى ١٪ سنويا في حين ان المتوسط العالمى يزداد - طبقا لادنى المستويات - بنسبة ١٣٪ / سنويا نظرا لأن بقية دول العالم بدأت من مستويات ادنى واكثر انخفاضا ، وعلى ذلك فانه نظرا للنمو السكانى الهائل فى العالم فان زياده الطاقة فى العالم سوف ترتفع فى الاغلب الى ثلاثة امثالها وليس الى الضعف فقط عام ٢٠٠٠ . وعلى الرغم من هذا كله فان الهوة التى تفصل بين الولايات المتحدة الامريكية والبلاد النامية فيما يتعلق باستهلاك الطاقة سوف تظل واسعة وربما يحتاج الامر الى قرن كامل قبل ان يصل متوسط العالم الى المستوى الأمريكى الحالى ، كما سوف يحتاج الامر الى ثلاثمائة سنة على الاقل لكى يتساوى العالم مع امريكا لو سار العالم على نفس معدلات الزيادة والنمو . بينما سوف يرتفع متوسط استهلاك الفرد فى العالم من الطاقة عام ٢٠٠٠ من مستواه الحالى وهو ١/٢ المتوسط فى امريكا الآن الى حوالى ٣/٤ ذلك المتوسط .

واذا كنا نشير هنا الى امريكا ونتخذها مثلا لمعرفة الوضع بالنسبة للطاقة واستخدامها واستهلاكها فان ذلك يرجع فى المحل الاول الى ان اكبر زيادة فى استهلاك الطاقة هو فى البلاد المتقدمة ، وامريكا افضل مثل لها . ذلك ان الاستهلاك السنوى لكل صور الطاقة واشكالها فى امريكا زاد ١٧ ضعفا خلال القرن الاخير ، بينما كانت زيادة السكان اكبر قليلا من خمس مرات فقط خلال تلك الفترة ذاتها ، كما ان الاستخدام بالنسبة للفرد تضاعف اكثر قليلا من مرتين ، وخلال ذلك كانت امريكا تتحول باستمرار بالنسبة لمصادر الوقود . مثال ذلك ان خشب الوقود كان هو المصدر الاساسى للطاقة عام ١٨٥٠ فأصبح الفحم يشكل ٧٥٪ من مجموع استهلاك الطاقة عام ١٩١٠ ، وانكمش مجمل استهلاك الخشب الى ١٠٪ . وفى السنوات الخمسين بين عام ١٩١٠ و ١٩٦٠ تخلى الفحم عن مكانته الرئيسية للغاز الطبيعى والبتترول . ثم بدا التفكير يظهر جديا نحو استخدام القوة النووية كمصدر اساسى للطاقة .

ومع ذلك كله فالواضح ان أزمة الطاقة تتفاقم بشكل لا يخلو من خطورة . ذلك ان الحاجة الى الطاقة تزداد بمعدل ٥٪ سنويا ، بينما تتضاءل المصادر التقليدية للطاقة بسرعة ، أو على الاقل المصادر المعروفة . وهذا يشكل نتائج خطيرة ليس فقط بالنسبة للدول المتقدمة صناعيا، بل وايضا بالنسبة للدول النامية والمتخلفة . ويزيد من حدة وخطورة الوضع ان سكان العالم يزدادون بمعدلات كبيرة . والمنتظر ان يتضاعف سكان العالم عام ٢٠٠٠ ، وهى زيادة تتطلب توفير مزيد من الطاقة بحيث يذهب البعض الى انه اذا اريد المحافظة على مستوى المعيشة الحالى ، دون ان نحاول الارتفاع به فى المستقبل فان ذلك سوف يتطلب توفير ثلاثة أمثال المعدل الحالى لانتاج الطاقة . ويبدو ان ذلك ليس بالامر السهل والهين اذا نحن اخذنا فى الاعتبار مصادر الطاقة التقليدية وحدها . بل الاكثر من ذلك ان بعض العلماء يتوقعون ان تنضب موارد البترول فى العالم حوالى عام ٢١٠٠ ، وان تنضب موارد الفحم حوالى عام ٢٥٠٠ . والمنتظر ان يبلغ انتاج البترول فى العالم ذروته بين عامى ١٩٨٥ ، ٢٠٠٠ اذ سيصبح المعدل السنوى لاستهلاك الطاقة ثلاثة امثاله فى الوقت الحالى ، ولكننا سنجد حينئذ ان نصف الاحتياطى الاجمالى للبترول فى العالم

او حتى أكثر من البصيف قد تم استهلاكه . ويكاد يكون من المؤكد ان الغاز والبتروول لن يصبحا مصدرا كبيرا للطاقة قبل منتصف القرن الحادى والعشرين بكثير ( راجع فى ذلك مجلة رسالة اليونيسكو ، العدد ١٥٢ ، فبراير ١٩٧٤ ، صفحة ٨ ) وهذا موقف يثير كثيرا من التساؤل والقلق والتشاؤم ، ولكن الموقف بالنسبة للفحم سيكون افضل بكثير من حيث الوفرة بتقديرات الاحتياطي ومقداره . ومع ذلك فاذا لم يتم الحد من الزيادة الحالية فى معدل انتاج الفحم فى المستقبل القريب فالمحتمل ان تنضب كميته قبل الموعد المحدد الذى ذكرناه من قبل .

ويزيد من اظلام هذه الصورة التأثير السىء على البيئة الذى تتركه مصادر الوقود . فاستخدام الفحم كمادة للوقود وتوليد الطاقة يترك كثيرا من الآثار الضارة التى تتمثل فى تلوث البيئة بسبب ما ينبعث منه الكبريت وغيره من المنتجات ، وان كان هذا لا يمنع من أن يلجأ الانسان الى الفحم فى حالة عدم وجود البدائل الاخرى غير المستخرجة من الارض .

ولكن هذا كله لا يعنى أننا وصلنا الى حد الكارثة . فمن ناحية ، ليس هناك تفديرات صحيحة عن احتياطي الوقود المستخرج من باطن الارض ، كما اننا لا ندرى شيئا عن الوقت الذى سوف يستغرقه الانسان لاستهلاك مخزون العالم من الوقود الطبيعى ، او مدى توافر واستخدام البدائل الطبيعية للطاقة ، ونعنى بذلك طاقة الشمس وطاقة الرياح وطاقة الحرارة الارضية وطاقة المد . وتمه كثير من التكهانات حول هذه الموضوعات وما يشابهها ، لدرجة ان هناك من يعتقد ان سكان البلاد الصناعية ، وهم اكثر الشعوب اسهلاكا للطاقة ، قد يغيرون من اسلوب حياتهم بحيث يقللون من استخدام الطاقة فى المستقبل ، على الاقل الى ان تتاح لسكان البلاد النامية الفرصة لاشباع احتياجاتهم المتزايدة من الطاقة ، مما سوف يؤدى فى آخر الامر الى تضيق الهوة بين هذه البلاد والبلاد الصناعية المتقدمة ، ويقتررب مستوى المعيشة فى هاتين الفئتين من المجتمعين ولو بعض الشيء . ومع ان معظم الحديث الذى يدور عن مشكلة أزمة الطاقة فى الوقت الحالى يعطى اهمية بالغة لمشكلة توليد الكهرباء فليست هذه فى حقيقة الامر المشكلة الوحيدة الملحة فى الموضوع . فمن كل الاحتياجات التى سوف يحتاج اليها الانسان عام ٢٠٠٠ مثلا سوف تشغل الاستخدامات غير الكهربائية حوالى الثلثين فى مجالات النقل والعمليات الصناعية والتدفئة وما الى ذلك ، وسيكون اكبر مجالات استخدام الطاقة حينذاك هو الصناعة الكبرى على ما يرى كثير من الباحثين والمهتمين فى هذا الموضوع . ولذا كان احد الاسئلة المهمة التى لبح على هؤلاء الباحثين وعلى المشتغلين بمشكلات التخطيط فى الوقت الحاضر هو : كيف يمكن استخدام وتخطيط المصادر المتاحة الآن من اجل صالح الاجيال التالية ؟ ان العمل على تطوير وتنمية مصادر الطاقة المحتملة هو استثمار للمستقبل وليس وسيلة لحل او معالجة مشكلات اليوم ، كما ان من الواضح ان نوعية الحياة التى يحياها الناس فى العالم تتوقف على مدى توفر مقادير كبيرة من الطاقة الآن بسعر زهيد وفى صورة مفيدة . وعلى ذلك فلا بد لنا من ان نعمل على تطوير وتنمية المصادر المتاحة فى الوقت الحالى بشكل منظم ، وبالاساليب التكنولوجية المتوفرة الآن ايضا ، ونعنى بذلك وحدات القوى التى تعتمد على الوقود الحفري والانشطار النووى . ومقال الدكتور عبد المحسن صالح يقدم لنا الى جانب النواحي الطريفة الكثيرة التى يعرضها لنا ميزانية تقريبية عن الطاقة فى العالم ومصادر تلك الطاقة ، وهو فى هذه الناحية

بالذات يعرض لبعض المقومات التي يتفق فيها مع الاستاذ الدكتور عبد السميع الذى يعطينا صورة واضحة عن محاولات استغلال الطاقة الشمسية التى يرى الكثيرون انها ستكون المفتاح الاساسى لحل الكثير من مشكلات الطاقة فى المستقبل .

ومع ذلك فالموقف الحالى لن يتغير تغيرا جوهريا الا اذا ادخلنا فى الاعتبار الطاقة المتاحة من القوى النووية ، التى يبدو انها تخفى امكانيات هائلة للطاقة بالنسبة للانسان ، وان كان لا بد من ان نأخذ فى الاعتبار ايضا الناحية السيئة الضارة لذلك الاستخدام والذى يتمثل من ناحية فى استخدام تلك الطاقة فى الحروب ومن ناحية اخرى ما يخلفه ذلك الاستخدام من آثار ضارة وتلوث فى البيئة . ثم ان هناك امكانية توليد الطاقة من المصادر الشمسية التى اشرنا اليها فى الفقرة السابقة والتى يعطيها الدكتور عبد السميع مصطفى الجانب الاكبر من اهتمامه فى الدراسة التى ننشرها له فى هذا العدد . والظاهر ان هناك اتجاها قويا الآن نحو استغلال ذلك المصدر الطبيعي الهام للطاقة . « والسبب فى ذلك انه لا حاجة بنا الى تقديم علمى مثير لكى نستخدم الطاقة الشمسية على نطاق كبير او صغير ( بعكس الحال فى استخدام الطاقة الذرية ) . ولكن الذى نحتاج اليه هو التقدم الفنى واتباع السياسات الاستثمارية التى تؤدي الى خفض النفقات . ومن ذلك يتضح ان العوامل التى تقرر متى يصبح ضوء الشمس مصدرا كبيرا للوفاء باحتياجات الانسان من الطاقة هى - الى حد كبير - عوامل اقتصادية وسياسية واجتماعية » ( رسالة اليونسكو ، نفس المرجع ) .

وعلى العموم ، فان الانسان فى بحثه عن مصادر الطاقة يجب ان يأخذ فى الاعتبار تلك المصادر الدائمة ، او على الاصح المصادر التى تأتى الينا باستمرار . وثمة ثلاثة مصادر من هذا النوع وهى : الاشعاع الشمسى والطاقة المتولدة من حرارة الارض ثم طاقة المد المستمدة من الطاقة الكامنة الناشئة عن حركة جاذبية الارض والقمر والشمس . ومع الجهود المبذولة لمحاولة اخضاع وتسخير هذه الطاقة فان تحديد مقدار ما يمكن الاستفادة به منها كحرارة نافعة وتحويله الى ( شغل ) فى ضوء الازدحام الاقتصادية والبيئية والتكنولوجية السائدة ، لا يزال حتى الآن موضع نظر ودراسة . وهنا لا بد لنا من ان نتوقف امام المعلومات الدقيقة والطريقة التى يزودنا بها كل من الدكتور عبد المحسن صالح والدكتور عبد السميع مصطفى ، والتى تحتاج منا الى ايمان النظر فى المستقبل ، اعنى مستقبل الانسان والمجتمع والطاقة على السواء ، وبخاصة فيما يتعلق بالجهود المبذولة فى السنوات الاخيرة بوجه خاص لاستخدام طاقة الشمس . ومع ان هذا يتطلب الآن نفقات باهظة لتجميع اشعة الشمس مما يمنع فى الوقت الحالى من استخدامها على نطاق واسع ، فليس بعيدا ان يتمكن الانسان من اكتشاف اساليب ووسائل يستطيع بها تجميع اشعة الشمس وتحويلها بنفقات مماثلة لنفقات الوقود التقليدى ان لم يكن اقل . والواقع ان « الطاقة الشمسية تنافس الوقود والكهرباء فى بعض بلاد العالم عندما تستخدم بصورة مباشرة كحرارة فى بعض الاستعمالات كسخين الماء وتدفئة المنازل ونقشير الماء . ولا شك فى ان المزيد من التطورات التكنولوجية والانتاج الكبير سوف يقللان من نفقات استخدام الطاقة الشمسية ، كما لا شك فى انه سيحدث ارتفاع حاد فى اسعار الوقود التقليدى ( المرجع السابق ذكره ) . وقد يكون فى استخدام

الطاقة الشمسية أمل زاهر بالنسبة للشعوب والبلاد المتخلفة التي لا يتوفر فيها وقود مستخرج من الأرض أو قوى نووية ، وبذلك يتوفر لهذه الشعوب ما حرمت منه طيلة تلك الفترة الطويلة من حياتها . وقد يكون في ذلك الخلاص من الآلام والفقر والتخلف التي رسفت تحتها هذه الشعوب والأمم . وإذا كانت أزمة الطاقة هي أزمة الوجود وأزمة المستقبل ، فقد يكون في إيجاد حل لها وفي استخدام مصادر الطاقة التي لم يتم استخدامها حتى الآن حلا لكل هذه الأزمات وبداية للنمو والتطور والتقدم . وسوف يزيد من هذا الدخل أن الطاقة الشمسية لا تؤدي بطبيعتها إلى تلويث البيئة ، وهذا أمر لا تتمتع به الطاقة النووية التي لا يتوقف شرها على مجرد تلوث الهواء بسبب المواد المتخلفة ، كما هو الحال في أحراق الوقود المستخرج من الأرض ، وإنما يتعدى ذلك إلى مشكلة الأضرار الناجمة عن منتجات الانشطار المشعة والحوادث التي تنشأ عن تشغيل المفاعلات .

ومع التسليم بأهمية المشكلات ، والآثار السيئة الضارة المترتبة عن زيادة الإقبال على استخدام الطاقة فإنه يجب التمييز دائما بين الأضرار التي يتوقع حدوثها على المدى القصير والتي تتركز في منطقة جغرافية محدودة من ناحية ، والأضرار التي لن يظهر أثرها واضحا إلا بعد فترات طويلة من الزمن والتي قد تشمل العالم ككل ، وهي - حتى الآن على الأقل - قليلة نسبيا وليس لها آثار ملموسة في الوقت الراهن . صحيح أن تولد ثاني أكسيد الكربون نتيجة للاحتراق قد زاد في الجو من حوالي ٢٩٠ جزء في المليون إلى ٣٢٠ جزء في المليون خلال القرن الأخير ، وقد يصل إلى ٣٧٥ أو ٤٠٠ جزء في المليون عام ٢٠٠٠ ، إلا أن نسبة لا بأس بها من هذا الغاز تمتصها المحيطات وتحول إلى مواد معدنية ، أو تمثلها النباتات وتستخدمها في عملية نموها وبذلك تبطل من مفعولها السيئ . وهذا لا يعنى انكار حقيقة تلوث البيئة أو حتى محاولة التقليل من شأنها والتهوين من أمرها نتيجة لزيادة استخدام الطاقة والاحتراق . ومشكلة تلوث البيئة تعتبر في الوقت الراهن من أهم المشكلات التي تمثل تحديا خطيرا يواجه الإنسان في العصر الحديث ، وقد شهدت السنوات الأخيرة اهتماما بالغا من المنظمات الدولية والإقليمية والبيئات العلمية وعلماء البيئة والاجتماع والسكان والعلوم الطبيعية المهتمين بالجانب الإنساني في تلك العلوم ، ونظمت الكثير من المؤتمرات ، ورصدت مبالغ طائلة لدراسة مشكلة تلوث البيئة ، مما يدل على مدى خطورة الموضوع وما يستحقه من عناية ليس فقط من الدول المتقدمة صناعيا والتي تعاني أجواؤها ومياهها كثيرا من الاختناق نتيجة لزيادة ثاني أكسيد الكربون والنفايات المتبقية من عمليات الاحتراق ، بل أن الأمر يستحق عناية الدول النامية أو الناهضة أيضا على الأقل حتى تستطيع أن تعد للامر عدته من الآن في نهضتها المقبلة وإقبالها على التصنيع واستخدام مزيد من الطاقة .

بل أنه يمكن القول أن المجتمعات النامية يقع عليها من العبء فيما يتعلق بموضوع الطاقة والمشكلات الاجتماعية المترتبة عليها أكثر مما يقع على عاتق المجتمعات المتقدمة ، أو الأكثر تقدما . فالعالم المتقدم والدول الصناعية لها قدرات وإمكانات مادية ضخمة تمكنها من إجراء البحوث

في مجال تلوث البيئة من ناحية ، والسيطرة على الزيادة السكانية بها ، من ناحية أخرى ، في معدلات الزيادة وتحسين مستوى الحياة والمعيشة ، وهى أمور لا تتوفر للمجتمعات النامية . والأغلب ان استهلاك الطاقة بالنسبة للفرد خلال القرن المقبل سوف يصل الى حد الاستقرار والتوازن في الدول المتقدمة الصناعية ، وذلك على عكس الحال بالنسبة للدول المتخلفة التى يسكنها معظم سكان العالم . فالوضع في تلك المناطق يختلف كل الاختلاف عما هو سائد في العالم المتقدم ، اذ لا تزال الشعوب المتخلفة والنامية تجاهد لتحقيق أدنى مستوى للعيش ، وليست لديهم في الوقت الراهن على الأقل المصادر الضرورية للقوة اللازمة للتحويل الى مجتمعات صناعية أو حضرية أو حتى زراعية متقدمة . فمثل هذا التحويل يحتاج الى الطاقة . وهنا نجد سؤالا يتردد في كثير من الكتابات الاجتماعية وهو : هل يحق للدول المتقدمة ان تتيح للمناطق المتخلفة ما تحتاج اليها من طاقة لتحقيق تطورها الاقتصادي والاجتماعي المنشود ، والارتفاع بمستوى شعوبها وتقليل الفجوة القائمة الآن بين الشعوب المتقدمة والشعوب الأقل تقدما ؟ ليس من الأجدي الحد من استهلاك الطاقة والوقود لتقليل الآثار السيئة المترتبة على ذلك الاستهلاك ، وبجنيب الشعوب التى لم تصل بعد الى مرحلة الصناعة المتقدمة شرور التصنيع الاجتماعية ، وشر تلوث البيئة وشرور المدينة الحديثة على العموم ؟ وهذا قول ظاهره الرحمة وباطنه فيه العذاب ، وهو يعكس نظرة قديمة نجدها سائدة في كتابات الكثيرين من العلماء التطوريين في القرن التاسع عشر الذين كانوا ينكرون على الشعوب غير الأوروبية القدرة على التقدم وراء حدود معينة مرسومة ، بل اننا نجد ما يماثلها في كتابات بعض الانثربولوجيين في بداية هذا القرن ممن كانوا يرون ضرورة المحافظة والابقاء على الأوضاع الاجتماعية التقليدية السائدة عند الشعوب ( البدائية ) التى تعيش في حالة من السعادة والامن والطمأنينة لا تتوفر - في رأى هؤلاء العلماء - للرجل الأوروبي المتمدين في المجتمع الحديث . ومهما يكن من قيمة هذه الآراء ووجهاتها ونوع الدوافع التى توجهها ، فان محاولة فرض قيود على الدول النامية والمجتمعات المتخلفة فيما يتعلق باستخدام الطاقة ووضع حد لاستخدام الطاقة هناك يشبه - على ما يقول تشونسى ستار Chauncey Starr في مقال قيم له عن « الطاقة والقدرة Energy and Power » - محاولة الحد من موارد الماء أو انتاج الطعام أو النسل بأساليب تعسفية ، وهو امر من شأنه أن يؤدى الى الإبقاء على المناطق والدول النامية في حالة التخلف والجمود التى تعيش فيها . وكما يرى ستار أيضا فان الانسان له قدرات خلاقة على تخطيط استخدام الطاقة وتنميتها بطريقة معقولة تتلاءم مع احتياجاته ، وتحقيق له التقدم والرفاهية والنمو ، وان كان هذا يتطلب ضرورة الدراسة المتعمقة لعدد من المشكلات المتعلقة بمصادر الطاقة التى يجب استخدامها ، واين يجب توليد القوى ، واى المجتمعات يجب أن تتحمل أكثر من غيرها تأثير تلوث البيئة والهواء نتيجة لذلك ، خاصة وان مصادر الوقود يمكن نقلها عبر القارات بأسعار زهيدة نسبيا وهكذا .

( راجع في ذلك مقال تشونسى في مجلة Scientific American )

ولكن أين نقف نحن من هذا كله ؟

ولا شك ان ما يصدق على المجتمعات النامية او الناهضة التى تعرف عموما باسم المجتمعات المتخلفة ، يصدق على المجتمعات العربية وعلى المنطقة التى نعيش فيها بأسرها ، وذلك اذا نحن أخذنا بعين الاعتبار الجهود التى تبذل الآن للاتجاه نحو التصنيع وما يرتبط بذلك من محاولة التحكم فى مصادر الطاقة المتاحة واستخدامها لصالح السكان . واحد مصادر الطاقة هو الكهرباء التى أمكن توليدها حتى الآن من بعض المشروعات المائية الهامة التى نفذت فى بعض بلاد المنطقة ، وهى مشروعات تهدف الى زيادة الطاقة واستغلالها فى التصنيع بعد ان كانت المنطقة حتى عهد قريب تعتمد اعتمادا يكاد يكون مطلقا على الزراعة. الا ان الوضع يتخذ أبعادا أخرى اعمق من هذا بكثير حين نأخذ فى الاعتبار وجود البترول فى المنطقة باعتباره أحد مصادر الطاقة التقليدية التى تلعب دورا أساسيا فى تشكيل الأوضاع الاقتصادية والسياسية والاجتماعية فى العالم فى الوقت الحالى . ومقال الدكتور محمود أمين يعطى فكرة عامة عن الأوضاع البترولية فى المنطقة وفى العالم . والدور الذى يلعبه - ويمكن ان يلعبه فى المستقبل - البترول فى اقتصاديات وسياسة المنطقة . ولقد ظلت هذه المنطقة تقوم بدور سلبي الى حد كبير ازاء البترول ، اذ تكتفى بتصديره الى الخارج مع قيام صناعات قليلة ومحدودة ، ولكن لا شك ان الاتجاه الحالى نحو التصنيع والتحول من مجتمع رعى زراعى الى مجتمع صناعى ، او على الاقل مجتمع يجمع بين الزراعة والصناعة سوف يتطلب بالضرورة الاعتماد المتزايد على البترول كطاقة لتشغيل المصانع . ومع الخير العميم الذى ينتظر ان ينجم عن الاتجاه نحو التصنيع ، ومع ارتفاع مستوى المعيشة ، ومع التقدم الحضارى الذى يرتبط بالصناعة ، لا بد من ان تعاني المنطقة وشعوبها من الآثار السيئة المرتبطة بالتصنيع ، وباستخدام الطاقة فى مختلف المجالات . ولكن مع ذلك فالذى نرجوه هو ان تأخر هذه المنطقة زمنيا فى استخدام الطاقة قد يساعد على ان نستفيد من تجارب الآخرين وان نتجنب بحسن التخطيط كثيرا من تلك المساوئ والآثار السيئة الضارة التى يعمل الباحثون والعلماء فى العالم الغربى على ايجاد حلول لها لتحقيق مزيد من الخير للانسان .

والواقع ان الطاقة تصبح فى متناول الانسان حين يكشف عن مصادرها وينجح فى التحكم فيها ويتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر فى الوقت المناسب والمكان الملائم ، وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة. ولكى يتحقق ذلك - لا بد له ان يعتمد على مختلف أنواع محولات الطاقة . وقد شمل مقال الدكتور احمد أبو زيد عن « الطاقة والحضارة » تطور استخدامات الانسان للطاقة باشكالها المتنوعة فى مختلف مراحل التطور الانسانى . . منذ ان كان الانسان مصدر الطاقة التى امدت الانساق الثقافية والحضارة الاولى بالقوى المحركة . .

ومقال الدكتور أبو زيد يعرض لارتباط الطاقة بحياة الانسان نفسه ، فمع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة ، فانه لا تزال هناك مجالات أخرى جديدة سوف يرتادها الانسان فى المستقبل ويحقق فيها مستويات من الحضارة اعلى بكثير من كل ما يمكنه الوصول اليه حتى الآن . .

ذلك أن الانسان الحديث اكتشف مصادر للطاقة الذرية وبدأ يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدو أنه سوف يفلح في الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العمل في الوقت الراهن على الاقل ، وأن التحكم في تلك الطاقة الجبارة سوف يضع امام الانسان امكانيات هائلة للتقدم في مختلف المجالات ...

والدراسات التي يتضمنها هذا العدد لانستطيع ان نجزم بأنها شملت كل جوانب هذا الموضوع الهام في حياة الانسان المعاصر . . ولكنها بلا شك تعطي ابعادا علمية محددة واضحة عن الدور الهام الذي تقوم به الطاقة في تشكيل الحياة الانسانية وتطوير قدرات الانسان لتحقيق مجتمع يتمتع بخير أوفر وتقدم أكبر . .

★ ★ ★



عبدالمحسن صالح

## الطاقة طبيعتها وصورها ومنابعها

### تمهيد :

إذا كانت المادة هي جسد هذا الكون المنظور ، فان الطاقة هي روحه الخفية ، وصورته المتحررة ، وقوته الدافعة !

وإذا كانت المادة تبدو لنا كشيء مختلف تماما عن الطاقة ، وان ظاهر امرهما يضعهما لنا كحقيقتين منفصلتين ، الا انهما ليستا في الواقع كذلك .. فبواطن الامور تشير الى انهما وجهان لشيء واحد .

فالمادة طاقة ، والطاقة مادة !

بمعنى اوضح نقول : ان المادة طاقة مجسدة ، وان الطاقة مادة متحررة .. فالاصل فيهما واحد ، وان اختلفت الظواهر ، وتعددت السمات ، وتباينت الصفات ، ومن هنا فان احدهما قد تتخلى عن صفاتها ، لتظهر بها الاخرى ، فاذا اختلفت المادة فان ذلك لايعنى

فناءها وزوالها ، بل يعنى فقط ان المادة قد تحررت من ماديتها وتجسيدها لتنتقل على هيئة موجبات متحررة ذات طاقات محددة .. واذا ظهرت المادة ، كان ذلك نتيجة حتمية « لاعتقال » الطاقة المنطلقة وتكثيفها او « حبسها » على هيئة جسيمات اولية لتبنى منها ذرات المادة التى ينشأ بها كل ما فى الكون من صور المنظورة والخافية .. حية كانت هذه الصور او ميتة جامدة .

كانما الطبيعة تلعب امام عيوننا ، وفى خبايا عقولنا لعبتها الأزلية التى تصورها الانسان قديما فى اساطيره .. ومع ذلك فقد تحققت الاساطير ، وتجسد الخيال بطريقة أخرى أعظم فائدة ، واكثر اثارة مما تصوره الاقدمون .. فعندما أدرك الانسان سر الحقيقة التى تتراءى له فى كل ما حوله من صور طبيعية ، وأخرى متحررة ، استطاع ان يخضع المادة لسيطرته ، وان يروض الطاقة لخدمته ، وان يحولها من صورة الى أخرى ، لتتجلى له بأوجه شتى ، له فيها فوائد كبرى ، وكنوز لا تفى !

ولقد كان الانسان - من قديم الزمن - هو المخلوق الوحيد الذى بدأ يلاحظ وينأمل قوى الطبيعة وهى تعبر عن نفسها بوسائل متباينة ، وتبدو له بأقنعة متعددة .. فمن رياح تزمجر وتعوي ، الى سحب فوق رأسه تسبح وتجرى ، الى امطار تهطل ، وسيول تجرف .. الى برق ورعد وزلازل ، وبراكين .. الى آخر هذه الظواهر المثيرة التى سيطرت على تفكيره البدائى ، فاثارت فى نفسه الخوف والرعبة ، ولم يكن وقتها يملك من أمره شيئا الا ان يطلق لخياله العنان ، فيحبك الاساطير ، ويعيش فى الاوهام ، ويخترع لكل قوة من هذه القوى الرهيبة الها او آلهة يحسب حسابها ، ويقدم القرابين خوفا من بأسها ، وطمعا فى رضائها ..

ثم جاء على الانسان حين من الدهر ان فيه على عقله خيال غريب ، فبدأ يحلم أحلام يقظة تصور فيها قوى جبارة غير منظورة ولا ملموسة ، لكنها قد تتجسد - كما تخيل - فى جن وعفاريت ، لها طاقات خارقة تنهب بها المسافات نهبا ، وتلك الحصون دكا ، كما انها بقادرة على ان تبديد المدن فى لحظة من زمن ، وتنقل العروش فى أقل من لمح البصر .. الى آخر هذه التصورات التى سيطرت على العقول ردحا طويلا من الزمان ( ولا زالت ) ، دون أن يجنى البشر منها شيئا مذكورا ، غير خداع السلدج ، وسلب اموال الجاهل والبسطاء !

واخيرا استيقظ صوت العقل فى الانسان بعد ان عاش دهورا فى الاحلام ، واستمع الانسان الى صوت العقل ، وبدأت الاساطير تتحول الى حقائق ، والحقائق الى انجازات علمية هائلة .

فعندما أدرك العقل البشرى ماذا تعنيه الطاقة بالنسبة للكون والحياة ، ثم عرف كيف يسيطر عليها باختراعاته المختلفة ، ويهيمن عليها بصورها المتعددة ، وينصب لها مصائد وشباك خاصة ، ليحولها من طراز الى آخر اكثر فائدة واعظم رخاء ، فتفتحت له منابعها الهائلة ، وهنا تحولت الامور تحولا جذريا فى حياة الدول والجماعات ، واصبحت القوة فيها لا تقاس بما لديها من بشر ومن رباط الخيل ، ولكن بما تمتلكه من طاقات ، وبما تسخره لها من مصانع وآلات .. وعندئذ تخلى الانسان عن تسخير عضلات البشر والحيوان ، وسخر بدلا منها وسائل ميكانيكية تنجز فى ساعات ما لا يستطيع مئات من البشر الاقوياء ان ينجزوه فى سنوات ، وهكذا تميزت الدول المتقدمة على الدول النامية والمتخلفة .. ومن وراء ذلك قوة تنبع من العقل ، وسر يكمن فى الطاقة !

والواقع أن قوة الشعوب ، ونهضة الدول تقاس الآن بقدر ما تستهلك من وحدات الطاقة .. فالولايات المتحدة الأمريكية مثلا تعتبر في وقتنا الحاضر أقوى الدول شأنا ، وأكثرها تقدما ، وأعظمها رخاء ، لأنها تمتلك من الوسائل المثمرة التي تستخدم فيها منابع الطاقة ما لا يمتلكه غيرها من الدول .. فهناك علاقة واضحة بين متوسط دخل الفرد ، وبين ما يستهلكه من الطاقة .. فدخل الفرد الأمريكي مثلا يصل في المتوسط الى ما يقرب من ٢٧٠٠ دولارا سنويا ، ويستهلك من الطاقة حوالي ١٨٠ مليون وحدة حرارية بريطانية في العام الواحد ( وسنعود الى هذه الوحدات فيما بعد لنعرف مضمونها ) .. قارن ذلك مثلا بمتوسط دخل الفرد في كندا وبريطانيا والاتحاد السوفييتي واليابان ، تجده على الترتيب في حدود ١٨٥٠ ، ١٥٠٠ ، ٨٥٠ ، ٦٣٠ دولارا سنويا .. في حين ان متوسط استهلاك الفرد من الطاقة في هذه الدول يصل على الترتيب ذاته الى حوالي ١٣٠ ، ١٢٠ ، ٧٠ ، ٣٥ مليون وحدة حرارية بريطانية سنويا .. أى انه كلما زادت قيمة استهلاك الطاقة ، أو امتلاك منابعها ، دل ذلك على رخاء الشعوب ، وارتفاع مستوى الدخل فيها .. وطبيعى أن نصيب الفرد في الشعوب النامية والمتخلفة أقل من هذا بكثير ، ذلك انهم يعتمدون على سواعدهم ودوابهم في انجاز متطلبات حياتهم من زراعة الارض وربها ، وحمل الاثقال والاعتماد على الأرجل في قطع المسافات .. الخ .

والتحول الجذري في كشف منابع الطاقات الطبيعية واستخدامها بكفاءة في عصرنا الحاضر يتضح من **الكتاب السنوى للزراعة** ( عام ١٩٦٠ ) الذى تصدره الولايات المتحدة الأمريكية .. ففى احدى فقراته يعقد المؤلف مقارنة طريفة بين اعتماد الأمريكى على الدواب بعد الحرب العالمية الاولى حتى الفترة التى صدر فيها هذا الكتاب ، فيجيبىء فيه أن اعداد الخيل والبغال فى عام ١٩١٨ قد وصلت الى ٢٥ مليون رأس ، ولكي يحصل هذا العدد الهائل على طعامه ، كان لابد ان يخصص له ٢٥٪ من محاصيل الارض الزراعية .. وطبيعى ان هذا العدد كان سيتزايد بمرور الزمن ، وسيتبع ذلك زيادة فى اعداد البشر الذين سيخصصون لرعايتها ، ويعنى هذا أيضا زيادة كبيرة فى مساحة الارض المزروعة لاطعامهم واطعامها ، لكن ذلك لم يحدث بسبب الطفرة التى ظهرت فى طرق المعيشة ؛ فالإقتصاد الأمريكى فى الستينيات من هذا القرن ما كان ليعتمد اطلاقا على طاقة الخيل والبغال مهما كثرت اعدادها ، كما أن التقدم القومى فى جميع الميادين كان - بدون شك - سيتأخر تأخرا خطيرا مالم نقدم للزراعة أطرزة جديدة من الطاقة والقوة الدافعة التى تهون بجوارها الطاقات البيولوجية ( أى الناتجة من البشر والدواب ) .. فعندما اخترنا طريق الطاقات الناتجة من الآلات والجرارات والمولدات الكهربائية ، ثم تحسين وتطوير كفاءة هذه المعدات باستمرار ، دخلت الزراعة الأمريكية بذلك عهدا جديدا نحو زيادة الإنتاج زيادة هائلة ومطرودة .

لكن ذلك جانب واحد من جوانب عديدة ، فبجوار الطاقات المستخدمة فى الإنتاج الزراعى ، نبرز طاقات أخرى هائلة فى مجال الصناعة والنقل وتوليد الكهرباء ، والبناء والتعمير والتدفئة والغذاء .. الى آخر هذه الأنشطة المتعددة التى لن تقوم الا اذا كان من ورائها طاقة تقيم أودها ، وترفع صرحها .

**الطاقة : ماهي ؟**

لئن سألوكم عن سر الطاقة ، او جوهر حقيقتها ، فقد لا تملك الا أن تجيب كما اجاب الرسول الكريم عن الروح عندما سأله عن ماهيتها ، فجاء جوابه على لسان القرآن المجيد « ويسألونك عن الروح ، قل الروح من أمر ربي ، وما أوتيتم من العلم الا قليلا » . . كذلك نقول : وسر الطاقة ايضا من أمر الله ، فلا نعرف من جوهرها الا ظاهرها ، ولا ندرك من حقيقتها الا اثرها الذي يبدولنا بأوجه شتى .

ورغم أن الطاقة كلمة قد أصبحت الآن تتردد على كل لسان ، ورغم كثرة المؤتمرات الدولية التي تنعقد من أجل الطاقة ، فليس هناك تعريف مقبول لمعنى الطاقة وحقيقتها .

« دائرة المعارف العلمية والتكنولوجية » تقدم تعريفها عن معنى الطاقة فتقول « الطاقة هي القدرة على فعل الشغل » - وتستطرد - بعد أن تقدم بعض الامثلة الموضحة لهذا المعنى - فتقول « الطاقة كالشغل - كمية غير موجهة . . فوحداتها كوحدات الشغل وتتضمن قدم/رطل وارج Erg و جاول Joule ( ليست جول كما ينطقها البعض ) وكيلوواط/ساعة » . . وبعد هذا تسرد مدلولات الطاقة ومنابعها .

وفي كتاب « الطاقة » يتساءل **جلين ت. سيبورج** - رئيس لجنة الطاقة النووية الامريكية في المقدمة التي كتبها « لكن . . ماهي الطاقة على وجه التحديد ؟ » . . ويجب على ذلك « انها ليست شيئا تستطيع ان تكتشفه دائما بالاحاسيس ، فلو أن فيزيائيا اراد أن يصف نفاحة لانسان لم يرها في حياته ، فانه قد يضع الثمرة ببساطة على منضدة ويدعه ليتحسسها ويشمها ويتذوقها ، لكن الطاقة لا يمكن ان توضع بتمثل هذه البساطة على المنضدة ، لان الطاقة تستطيع ان تبدو على هيئات كثيرة ، فهي قد تظهر على هيئة طاقة حركية Kinetic أو كامنة Potential « . . الخ .

ويقول عنها الفيزيائي **ميشيل ويلسون** في كتابه « الطاقة » « ان ادراك الطاقة ذاتها أمر صعب ، خصوصا وانها وافد جديد على صرح المعرفة . . فلكونها لا تلمس ولا ترى ، فانه من الممكن تخيلها فقط في عقل الانسان . . لقد كانت المادة دائما سهلة الانطباع في ادراكنا ، لانها شيء له كتلة ، كما انها تشغل مكانا في الكون ، ولهذا نراها ونشمها ونلمسها . . فانت تستطيع ان ترى حجرا يندفع نحوك ، ثم تشعر بالآلم عندما يصيبك ، لكن من الصعوبة بمكان أن تتخيل وجود شيء غير ملموس في هذا الحجر المتحرك ( بقصد الطاقة المحركة له ) وسرعان ما يختفى ( هذا الشيء ) عندما يصل الى الارض ( ويتوقف ) . . لكن تفكير الانسان في الاشياء المتحركة هو الذي طور معرفته من البداية عن مفهومنا للطاقة . . وهو مفهوم سيفودنا في النهاية الى اعتبار ان الطاقة شيء شامل لكل قوى الكون » .

وعندما ينظر العالم المرموق **سير جيمس جيتز** الى العوالم الدقيقة التي تكون الذرات فالمادة ، نراه يعبر عنها في كتابه « الفيزياء والحقيقة » فيقول :

ان دراساتنا لن توصلنا قط الى جوهر الحقيقة ، وسيبقى معناها الحقيقي وطبيعتها الاصيلية خافية علينا الى الابد !

وايا كانت الامور ، او مهما اختلفت المدارك ، وتفاوتت المدلولات ، وتباينت الشروح والنظريات ،

**فان لغز الطاقة في مجال العلم ، كلفز الروح في مجال العقيدة والدين .. صحيح اننا لا نرى الروح** رؤية العين ، كما انه لا يمكن السيطرة عليها لاثبات وجودها ، ولكن الطاقة — رغم عدم ادراكنا لسر جوهرها — تلعب في الكون دورا هائلا ، كما انها هي التي تهيمن على حياتنا ، وتوقد فينا جذوة « الروح » .. أى انها هي الروح في الجسد ، فاذا اختفت همد النظام — نظام الجسد — . وعلى الويرة نفسها نقول : ان كونا بغير طاقة ، كجسد بدون روح .. او طاقة ايضا .. فالأمر سيان ، لاننا لاندرک سر هذه ، ولا تلك ، فاذا أردنا ان ندرک طبيعتها في نظام ، اشاحت بوجهها ، وتجلت لنا بطبيعة أخرى قد نحسبها مختلفة عن الاصل الذي منه قد نبعت ، الا انها ليست الا شيئا واحدا ، وان اختلفت معاييرها .

والطاقات تلعب في داخلنا وامامنا وحولنا الى ما لانهاية لعبتها الازلية الخالدة .. فجميع النظم الكونية من أول الجسيمات والذرات ، الى المخلوقات والارض والسموات تزخر بطاقات تتوقف درجاتها على ما يستطيع ان يطلق هذا النظام ، او ما يستقبله ذاك .. ولولا تلك الرحلة الابدية التي تقفز فيها الطاقات ، وتنطلق في أرجاء الكون على هيئة موجات ، اقدارها مختلفة ، لتوقف كل شيء في الوجود ، ولانطفأت الشموس واظلمت السماوات ، وأبیدت المخلوقات .

فلو رجعنا مثلا الى **الطاقات البيولوجية** التي تنطلق في أجسامنا ، لوجدنا أنها تظهر في صور شتى .. فمن طاقة حرارية الى حركية ( ميكانيكية ) الى كهربية الى كيميائية الى افرازية الى امتصاصية .. وكل هذه الواجه المختلفة ظاهريا منبعها أساسا طاقة ضوئية ، سقطت يوما من الشمس على النباتات الارضية ، وتنظيم حي خاص اصطادت « الشباك » المنصوبة في النبات الطاقة الشمسية ، واختزنتها في جزيئات عضوية على هيئة طاقة كيميائية ، وعندما تنطلق هذه الطاقة تتحول بدورها الى صور أخرى .. فقد تكون وقودا للآلات ، فتؤدي الى طاقة ميكانيكية ، والميكانيكية قد تتحول الى كهربية ، والكهربية الى ضوئية او حرارية او حركية او موجات اذاعية او كيميائية . وهكذا ندور الطاقة ، فتختفى بوجه ، وتظهر بوجه آخر .

**والطاقة الشمسية** بدورها قد انبثقت من تحرير المادة وانطلاقها على هيئة طاقة حرارية وضوئية واشعاعات كهرومغناطيسية غير منظورة لعيوننا ، لكن هناك أجهزة حساسة تستطيع تسجيلها واثبات وجودها . وتستقبل ارضنا جزءا ضئيلا من الطاقة الشمسية ، وبه تنطلق طاقات أخرى شتى .. فمن نسيم يسرى ، الى أعاصير تدمر ، الى تيارات بحرية تجرى ، الى امواج تنطلق ، الى مياه تتبخر ، الى مخلوقات تتحرك ، الى آلات تدور ، الى حضارة تشيد .. الى صراع على الطاقة ..

يعنى هذا ان الطاقة — وان اختلفت طبائعها ، وتباينت مظاهرها — ليست في الحقيقة الا جوهرها واحدا ، لكنها قد تدخل من « الباب » بوجه ، وتخرج من « النافذة » بوجه آخر ، أو قد تلج هذا التكوين او ذاك كضوء ، فتخرج منه على هيئة طاقة كهربية او كيميائية او حرارية .

والواقع ان الانسان — من قديم الزمن — قد استنبط المكايل والموازين والاطوال ليتخذها كوحدة معينة ، فيحدد بها ما يقابله في حياته من مادة عالمه ، فنحن نستخدم الآن الكيلومتر والمتر والسنتيمتر والمليمتري كوحدة للمسافات ، والطن والكيلو جرام والجرام كوحدة للموازين ، والاردم والكيلو والقدر ككماعير للحبوب ، والبرميل والجالون والتر كمقاييس للسوائل .. وكل هذه معاير مادية لا تنفع كوحدة للطاقة .. فنحن لا نستطيع ان نقيس الاستهلاك الكهربى

بالاردب ، ولا الطاقة الضوئية بالبرميل ، ولا الطاقة الحيوية بالمتر أو السنتيمتر ، وكان لا بد والحال كذلك من لجوء العلماء الى استنباط وحدات أخرى ليحددوا بها اقدار الطاقة وكمياتها . . فما هي هذه الوحدات ؟

• • •

### وحدات الطاقة

في حياتنا العادية قد نستخدم كلمة الطاقة بمفهومها غير المحدد ، فنقول مثلا عن زيد من الناس انه انسان ذو طاقات لا تعرف الكلل ، وأن هذا العمل فوق طاقة الشخص خاصة ، وطاقة البتر عامة ، وأحيانا أخرى قد نصف المجهود العقلي بطاقة فكرية تتراوح ما بين انسان وانسان . . صحيح اننا لا نستطيع أن نضع الطاقة الفكرية في موازين ملموسة ، ولا أن نقيمها بمعايير معروفة ، لكننا مع ذلك نستطيع أن نحتكم الى الانتاج العقلي المسجل في مجلدات وكتب للتمييز بين الطاقات الفكرية التي تنبع من امخاخنا . . فيقال مثلا ان انتاج « س » الفكرى قد فاق كل انتاج مماثل ، أو أن « ص » له خمسون او مائة او ألف مؤلف أو بحث أو اختراع . . الخ ، ومع أن هذه لا تدخل تحت معايير علمية كالتي نستخدمها في تحديد الطاقات الاخرى ، كأن نقول مثلا ان طاقة « هـ » الفكرية تساوى كذا سعرا ( بضم السين وتسكين العين ) حراريا ، أو كذا كيلو واط / ساعة ، أو كذا مترا أو حصانا . . الخ ، الا انه من المؤكد أن من وراء افكارنا طاقات حيوية تجرى في امخاخنا . .

والطاقات الفكرية كالطاقات الطبيعية . . فلكى تستثمر هذه أو تلك ، كان لا بد من نهضة المناخ المناسب ، أو الوسيلة الفعالة لى تظهر ثمارها ، وتجنى المجتمعات عائدتهما . . فكم من مجتمعات قضت على مفكريها ، وكم من دول شردت خيرة عقولها . . ذلك أن افكارهم الجديدة الرائدة لا تتمشى مع الافكار الموروثة البالية . . وهى هنا بمثابة من يستخرج من الارض نروات هائلة ، ثم يكنز عائدها ، دون أن يديره في مشروعات تدر على البلاد خيرا وفيرا . . فالفكر المقيد ، كالمال الحبس ، كالطاقة الكامنة في طبائع الاشياء ، ولكى يكون لكل هذا فائدة ، فلا بد من تحرير الفكر من قيوده ، والمال من خزائنه ، والطاقة من مادتها . .

ومع أن الطاقة الفكرية متروكة لتقديرك ، الا أن معايير الطاقات الاخرى شىء محدد استخلصناه بالمعادلة والقانون . . فالمعادلة تعنى التوازن ، والقانون يعنى النظام ، وعلى أساسهما سار كل شىء في الكون بحساب ومقدار . . صحيح اننا نطلق الاسماء لنحدد بها طبائع الاشياء ، لكن ذلك سيفقدنا الى الأسس التي قامت عليها وحدات المادة والطاقة والزمن والمسافة والكتلة . . الخ ، وطبعي انك قد مررت على هذه التعريفات - اى الزمن والطاقة والكتلة . . الخ - وانت تحسبها اشياء منفصلة لا تربطها رابطة ، ولا تؤلف بينها علاقة قائمة ، لكن ذلك ليس صحيحا ، فالكل في واحد ، والواحد في كل . .

فللطاقة الذرية وحداتها ومقاييسها ، وللطاقة الحرارية وحدات أخرى ، وكذلك للطاقة الضوئية والكهربية والميكانيكية والكيميائية والبيولوجية . . الخ ، ومع ذلك فمن الممكن - من حيث المبدأ - أن نحول كل قيمة من الطاقة الى قيمة أخرى ، ولذلك أساس عظيم مشيد في طبيعتها ، فاصل الطاقة - كما سبق أن ذكرنا - واحد ، لكن ظهورها بأوجهها المتعددة دفعنا لى نحدد لكل وجه وحدات قياسية مناسبة .

فالعالم البيولوجى او الكيميائى يقدر الطاقة الحيوية او الكيميائية بالكالورى او السعر الحرارى ، ثم يضع له قيمة ثابتة محددة ، فأحيانا يذكر فى حساباته كيلو كالورى ، وأحيانا أخرى يذكر الكالورى .. تماما كما تقدر نحن الوزن بالكيلو جرام وبالجرام .. فالكيلو كالورى يساوى ألف كالورى ، والكالورى يساوى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المائة درجة مئوية واحدة ، وبالتحديد من ١٤٥ - ١٥٥ درجة مئوية ، والكيلو كالورى فيه كمية من الحرارة تساوى ألف مرة قدر القيمة الموجودة فى الكالورى .. وطبيعى أن عالم البيولوجيا مثلا سعيد بوحدة طاقاته ، وهو يستطيع ان يحدد الطاقة الكامنة فى كل نوع من انواع الاطعمة التى نتناولها ، فيذكر مثلا أن الزبد ذو قيمة حرارية عالية ، وأن الخضروات ذات قيمة حرارية منخفضة ، ولهذا فعلى الذين يريدون بأجسامهم البدينة نحولا ، ألا يأكلوا الاطعمة ذات القيمة الحرارية او السعر او الكالورى الحرارى المرتفع ، بل عليهم ان يملأوا بطونهم باطعمة ذات قيمة حرارية منخفضة او معتدلة .. ذلك أن كل شيء هنا مقدر ومحسوب ، وكأنما هناك موازين حساسة منصوبة داخل خلايانا وانسجتنا ، ولا شك ان للجسم الحى هنا ميزانية خاصة تخضع لاصول السحب والادخار .. فالذى يبذل مزيدا من الطاقة ، يحتاج الى سحب جزء من الرصيد المخزون فى جسمه ليحترق ، فيمده بفيض من الطاقة ، وقد يعوض ما سحب برصيد جديد من الطعام .. المهم الا نسرف ولا نقتر فى السعرات الحرارية حتى تعتلل الموازين فى أجسامنا ، فتعتدل معها الحياة .

هذا ويبين الجدول التالى الطاقة التى يبذلها شاب فى خلال يوم كامل موزعة على أنشطته المختلفة التى يمارسها فى يومه .

نوع النشاط	الزمن المستنفذ فيه بالدقيقة	الطاقة ( كيلو كالورى / دقيقة )	المجموع
وهو نائم أو مستلق فى سريره	٤٥٧	١٣	٥٩٤
وهو جالس	٦٢٠	١٦	٩٩٢
وهو واقف	١٢٥	٢٢٥	٢٨١
اثناء اغتساله وملبسه	٤٢	٢٩	١٢٢
عمله الروتينى المكتبى	٧٠	٣٠	٢١٠
اثناء المشي	٩٦	٥٦	٥٣٦
وهو يركب دراجة	٣٠	٦٤	١٩٢
	١٤٤٠ دقيقة ( أى يوم كامل )		٢٩٢٧ كيلو كالورى

لاحظ ان استهلاك الطاقة بالسعر الحرارى يزيد كلما زاد نوع النشاط .. فالإنسان يبذل طاقة - وهو يركب دراجة - اكبر بحوالى اربع مرات من الطاقة المبذولة وهو يمشى .. ولا شك ان لاعب الكرة يبذل فى مبارياته طاقات اكبر واكبر .. كذلك نحس بالطاقة المبذولة ونحن نصعد السلالم .. وكلما زاد وزننا ، بذلنا طاقة اكبر ، والعجائز الذين يحيون حياة هادئة رتيبة يبدلون طاقة أقل من الكهول ، والكهول أقل من الشباب . والرجال اكبر من النساء .. التخ ، ولكى يكون لكل هذا قيمة مقارنة ، فلا بد أن نضع له معايير محددة ، فنقول مثلا ان الطاقة المبذولة

مقدرة لكل كيلو جرام في كل دقيقة أو ساعة ، ولكل مساحة محددة من سطح الجسم .. فالإنسان الذى يزن ٧٠ كيلو جراما ، ويبلغ طوله ١٨٠ سنتيمترا تصل مساحة جسمه الى حوالى ١٩ مترا مربعا .. فإذا كان يبلغ من العمر ٢٥ عاما ، ويبقى فى سريره فى راحة تامة ، فانه يبدل ٦٥٠ كيلو كالورى / دقيقة / متر مربع .. هذا ويوضح شكل ١ الطاقة التى يبدلها افراد مختلفون فى اليوم الواحد ، وشكل ١ ب يبين مستويات الطاقة التى يبدلها فرد واحد فى أنشطته المختلفة .

ومع ذلك فقد قدر العلماء الطاقة التى يستهلكها جسم انسان بالغ فى المتوسط يوميا بالوحدات الحرارية بحوالى ٣٥٠٠ كيلو كالورى .. لكن من الميسور ايضا حساب هذه الطاقة بوحدات أخرى ، فهى تعادل ١٣٨٩٥ وحدة حرارية بريطانية (B.T.U. (British Thermal Unit) .. وهذه الوحدة الجديدة تنبثق من كون البريطانيين يستخدمون الرطل بدلا من الكيلو جرام ، ودرجة الحرارة الفهرنهايتية Fahrenheit بدلا من المئوية ، ولما كان الرطل يساوى ٥٩٢ ر٥٣ غراما ، والدرجة الفهرنهايتية تساوى ٥٤٥ و . من الدرجة المئوية ، فان الوحدة الحرارية البريطانية تساوى ٢٥٢ ر . كيلو كالورى ، او أن كل كيلو كالورى يساوى ٣٩٧ وحدة حرارية بريطانية .

او قد تصل طاقة هذا الانسان فى اليوم الواحد الى ١٤٦٤٧٥٠٠ ر١٤٦٤٧٥٠٠ جاول أو ١٤٦٤٧٥٠٠ ر١٤٦٤٧٥٠٠ ارج ، أو ١٠٧٨٧٢٠٠ رطل / قدم ، أو ٤ كيلو واط / ساعة أو ٣٦ ر٥ قدرة حصان .. الخ .

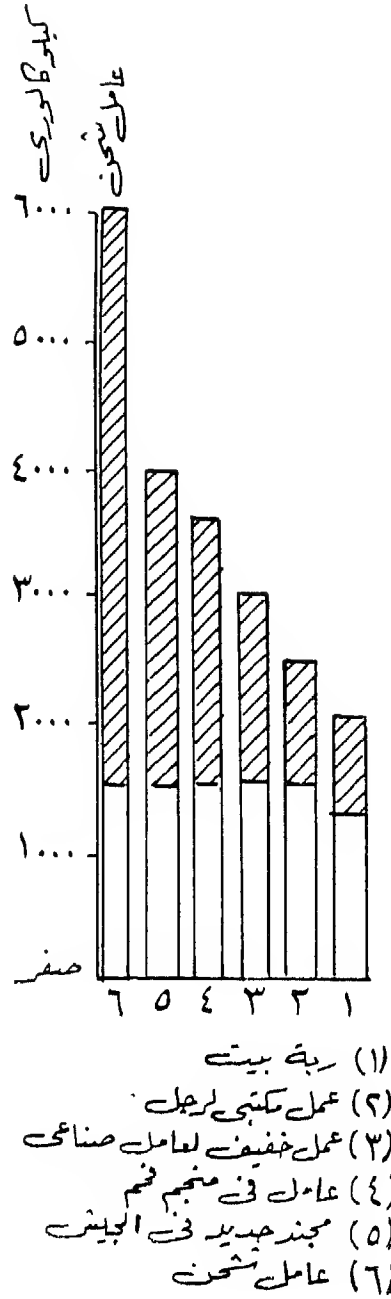
### فماذا يعنى كل هذا أيضا ؟

يعنى أن هذه الوحدات تستخدم فى مجالات نشتى ، لأن للطاقة أوجها متعددة .. فهى قد تنجز شغلا ، أو تضىء مصباحا ، أو تدفع سيارة ، أو تنتج بخارا ، أو ترفع سحابا ، أو تطلق صاروخا ، أو تحيى انسانا وتميت آخر .. الخ .

وتعنى أن لكل شيء فى الكون طاقة محددة ومحدودة .. فانطلاق الجسيم الذرى فى مجالات القوى التى تتسلط عليه ، أو انفلاق نواة ذرة واحدة لتنتج طاقة محددة .. الى آخر هذه المعايير الذرية الدقيقة ، نرى علماء الطبيعة الذرية يستخدمون وحدة الاليكترون - فولت .. وتلك الوحدة عبارة عن الطاقة التى يكتسبها أى جسيم يحمل شحنة كهربية ( ولا يهم أن كان الجسيم أى جسيم آخر غير الاليكترون - المهم أن يكون له نفس الشحنة التى يحملها الاليكترون - سالبه كانت هذه الشحنة أم موجبة ) عندما يتخطى مجالا كهريا فرق الجهد فيه فولت واحد .. فانفلاق نواة ذرة يورانيوم واحدة تنتج طاقة تساوى ٢٠٠ مليون اليكترون - فولت .. هذا بالمقارنة الى ٤ اليكترون - فولت الناتجة من احتراق ذرة فحم واحدة وتحولها الى تانى اوكسيد الكربون .. ويعنى هذا أن الطاقة النووية هنا اكبر بحوالى ٥٠ مليون مرة من الطاقة الكيميائية ( أى الاحتراق ) .. ورغم أن الرقم الناتج من فلق نواة اليورانيوم رقم كبير ( أى ٢٠٠ مليون اليكترون - فولت ) ، إلا انه بالمعايير التى سبق أن ذكرناها لا يعد شيئا مذكورا ، فمن الممكن تحويل هذه القيمة الى كالورى أو ارج أو قدرة حصان أو واط .. الخ .

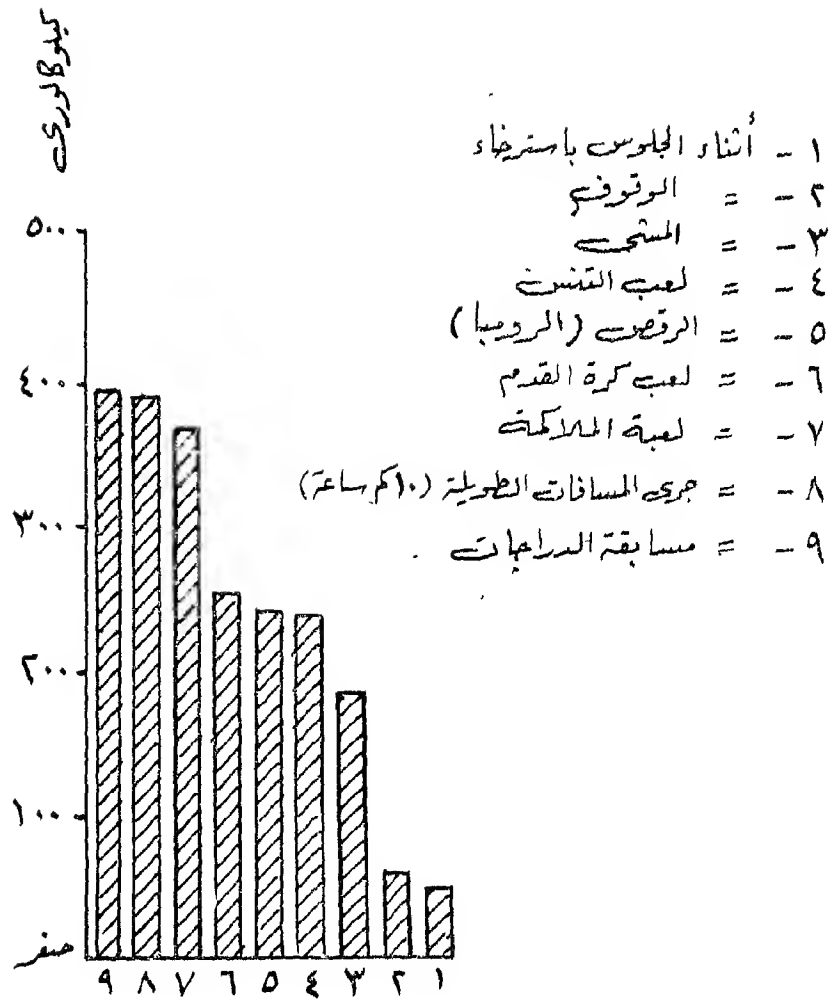


الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها



شكل (١) (٩)

شكل ١ (٩) - الطاقة المبذولة بالكيلو كالورى ( السعر الحرارى الكبير ) فى اليوم الواحد لاشخاص يقومون بأعمال مختلفة ولهم نفس العمر والوزن ( ٢٥ عاما ، ٧٠ كيلو جراما ، ومساحة سطح الجسم ١٩ مترا مربعا ) .. مع ملاحظة أن الجزء الأبيض يمثل الطاقة الصغرى أثناء الاسترخاء التام .



شكـل ٢ ب

شكل ١ ( ب ) - الطاقة المبذولة في الأنشطة المختلفة بالكيلو كالورى لكل ساعة لكل متر مربع من سطح الجسم .

صحيح انك لا تستطيع ان تلاحظ تلك الطاقة الكامنة في كتلة ترتفع عن سطح الارض ( ارضية الهرم فقط اى سفحه ) بحوالى ١٤٠ مترا - ولكن عليك ان تتصور ان شيئا ما قد خلخل هذا الحجر ، وتركه يسقط من عليائه ، عندئذ سوف يصيب الرعب القاتل الجموع البشرية الموجودة عند سفح الهرم . فسقوط الحجر الضخم واندفاعه بقوة هائلة - بفعل قوة أخرى تصرف بالجابزية - يعنى الموت والدمار لكل من وما يصطدم به هذا الحجر . . بشرا كانوا هم او حيوانات او سيارات . . الخ .

لقد تحولت الطاقة الكامنة الى **طاقة حركة** Kinetic Energy .. صحيح أنها طاقة غير موجهة ، لكنها لو وجهت لتقوم بشغل أو عمل ، لاعطتنا الطاقة ذاتها التى بذلها قدماء المصريين فى رفعها الى مكانها من الهرم ضد الجاذبية الارضية .. وهذا يعنى - فى سياق الحديث أيضا - أن الجاذبية قوة أخرى غير منظورة ، ولا يظهر مفعولها الا فى وضع الاشياء فى مستويات من الارتفاع مختلفة .. فكلما كان ارتفاع الحجر أو أى شيء آخر كبيرا ، وكانت كتلته أيضا كبيرة ، فإنه - بلا شك - يحوى على طاقة كامنة أكبر من حجر مساو له فى الوزن ، لكنه موضوع فى مستوى أقرب من سطح الأرض .. لكن الذى يحدد ذلك كله معادلات رياضية تتناول الكتل والمسافات والزمن .. الخ ، وعلى أساسها بحسب القوى الدافعة للصواريخ والغذائف والسيارات والروافع وما شابه ذلك .

وقد نعود الى ذلك العالم الذى يقدر الطاقة الكامنة فى ذلك الحجر الموضوع هناك على ارتفاع معين فى الهرم ، وعندما يحدد مسافته ، وزمن سقوطه ، وكتلته ، والمجهود الذى بذل فى قطعة من الجبل الشرقى وسحبها الى البر الغربى على صفحة النيل .. الخ ، قد ينظر اليك ويقول : حسنا .. ان هذا الحجر قد أخذ من سواعد الرجال الشيء الكثير ، ثم قد يقدم لك رقما هائلا ويقول .. ان حساباتى تشير الى رقم يتجاوز ..... ر..... ر..... ر٧٨٤٠٠ ارج ... وقد يومئ برأسه ويستطرد قائلا : ان الارج وحدة من وحدات الشغل ضئيلة ، ولكي تتصور مقدارها انظر الى هذه القطعة المعدنية التى لا تزن اكثر من عشر جرامات ، فعندما اسقطها من بين أصابعى الى الارض لتقطع مسافة تقدر بثلاثة أقدام ، فان طاقتها الدافعة قد تصل الى مليون ارج ، أو أن الضغط باصبعك على أحد حروف الآلة الكاب لتكتب حرفا واحدا يستلزم منك شغلا نصل طاقته الى حوالى مليون ارج ، او عندما نرفع حجرا وزنه رطل واحد الى أعلا لمسافة قدم واحدة أى (رطل /قدم) فأنك تكون قد بذلت طاقة تفدى بحوالى ١٣٨٥٠ ارج (أو حوالى ١٣٦ ر جاول \*.. لأن كل جاول يساوى عشرة ملايين ارج ) ... وعندما ترفعه بلالة أقدام ضد الجاذبية الأرضية ، فإن الطاقة المبذولة تساوى ٤١٥٥٠ ارج .. أو عندما تكرر عملية رفع الحجر لمسافة قدم ما يقرب من ثلاثة آلاف مرة ، فأنك تكون قد بذلت طاقة تقدر بحوالى ..... ر..... ر..... ر٤١٥٥٠ ارج ، او ربما يعادل كيلو كالورى واحد وهذه يمكن الحصول عليها من حرق الطاقة الكامنة فى حوالى رطل من الخبز ، أو ١٨٢ جراما من التسكولاته ، أو ١٢٥ جراما من الزبد ، أو لترين من البيرة ، أو لتر ونصف لتر من اللبن .. الخ .

يعنى هذا أيضا أن الطاقة الكامنة في الحجر والتي حسبها لنا العالم بمعادلاته نوازى ١٨٧٠.٠٠٠ كيلو كالورى ، أو حوالى ٢٩٢١ قدرة حصان ، أو الطاقة الكيميائية المتحررة من احتراق ٢٠٧٨ كيلو جراما من البطاطس ، أو بمايعادل ٢١٨٠ كيلو واط / ساعة .

والكيلو واط / ساعة بدوره يؤدي شغل لليس بالهين .. فلو تحولت الطاقة الكامنة فيه الى حرارة لصهرت لنا ثلاثة كيلو جرامات من المعدن ، او لصنعت عشرة أمتار من القماش ، او لحولت ١٥ كيلو جراما من الحبوب الى دقيق ، او لخبزت مائة رغيف ، او لحلبت ٥٠ بقرة ، او لجزت صوف ١٥ خروفا ، او لفلت ماء عشرة غلايات كاملة من الشاي (وحجم الغلاية متروك لتقديرك) ، او لحمدت ٤٠ كيلو جراما من اللحوم (في تلاحه) وكانت كافية لحلاقة ذقون ٤٠٠ من الرجال !

✽ الجاول وحدة من وحدات الشغل ، وقد استخدمت في مجال العلم تخليدا للعالم الفيزيائي البريطاني جيمس بريسكوت جاول . اما الارج فكلمة مشتقة من اليونانية ومعناها شغل .

بصورة أخرى نستطيع أن نقول أن الطاقة المبذولة في الحجر هي بطريقة أخرى تساوى الطاقة العنيفة التي بذلها ٦٠٠ رجل قوى ولمدة ٢٤ ساعة كاملة ، ولو تحولت هذه الى حرارة ، لصهرت حوالى ستة أطنان ونصف طن من المعادن، أو لو استفدنا بها كطاقة ضوئية ، لأضاءت اما مصباحا كهربيا قوته مائة واط لمدة ثلاثين شهرا - ليلا ونهارا - أو لأضاءت حوالى ٢١٨٠٠ مصباحا كهربيا قوة كل مصباح مائة واط ولمدة ساعة كاملة !

وهكذا يمكن تحويل الطاقات من صورة الى أخرى ، ومن وراء ذلك وحدات تحددها .. ومن أجل هذا يستخدمها العلماء دائما في كل مجالات العلم - من فيزيائيته وذرية وبيولوجية وحرارية وكونية وميكانيكية .. فانفلاق نواة ذرة من ذرات اليورانيوم - ٢٣٥ تنتج طاقة تقدر بحوالى ٣٤.٠٠٠ ر. ارج ، في حين ان اشعال عود من الكبريت يولد طاقة حرارية تصل الى اكثر من ٦٠ ألف مليون راج ، ومن هذه القفزة الهائلة من قيمة الطاقة الناتجة من انفلاق نواة ذرة لليورانيوم ، الى الطاقة المتحررة من اشعال عود الكبريت يبدو وكأنها هي تحط من قيمة الطاقة النووية الكامنة في الذرات .. لكن ذلك ليس صحيحا ، فالواقع ان نواة الذرة ضئيلة غاية الضآلة ، فالجرام الواحد من اليورانيوم يحتوى على حوالى ٣٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ ذرة ، ولهذا فان انفلقت ذراته ، فانها تطلق طاقات تصل الى ١٠ ١٧ راج ( اى ١٠ أس ١٧ .. أو واحد على يمينه ١٧ صفرًا ، أو مائة ألف مليون مليون راج ) - لكن هذه الكمية الهائلة الناتجة من الطاقة الانشطارية لا تمثل الا جزءا واحدا من ألف جزء من الجرام ، وهى التى تمثل لنا كمية المادة التى تحولت بالفعل الى طاقة .. والى هنا يتبين لنا ضخامة الطاقة النووية بالمقارنة الى الطاقة الكيميائية ( كاشعال عود من الكبريت أو جرام من الفحم أو ما شابه ذلك ) .

وعندما نتعرض للطاقت الاخرى ، فسوف نقفز امانا الارقام قفزا ، بحيث قد لا يكون لها في عقولنا مغزى ، ومع ذلك فعلينا ان نعرضها عليك ، ليتبين لك ضخامة القوى الكونية، ومكانك منها في هذا الوجود .

الطاقة المبذولة في أو الناتجة من :

١ - انسان صناعته قطع الاشجار  
٢ - انفجار القنبلة الذرية على هيروشيما  
٣ - اعصار مدمر  
٤ - قنبلة ايدروجينية قوتها مائة مليون طن من  
مادة تانت شديدة الانفجار  
٥ - زلزال ارضى قوى  
٦ - ما تستقبله الارض من الطاقة الشمسية سنويا  
٧ - دوران الارض حول محورها  
٨ - دوران الارض في مدارها حول الشمس  
٩ - الطاقة الناتجة من الشمس سنويا  
١٠ - انفجار نجم عملاق

مقدارها بالارج  
١٠ ١٤ \*

١٠ ٢١

٥ ١٠ ٢٢ x

١٠ ٢٥ ارج

٥ ١٠ ٢٥ x ارج

٤٣ ١٠ ٢١ x ارج

٥ ١٠ ٢٦ x ارج

٥ ١٠ ٤٠ x ارج

١٠ ٤١ ارج

١٠ ٤٨ - ١٠ ٤٩ ارج

\* ١٤١٠ = .....١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ارج - فالرقم الاعلى على يسار الرقم الاسفل يبين عدد الاصفار التى عليك ان تضعها على اليمين الرقم واحد .. ف ٢٠١٠ يعنى واحداً على يمينه عشرون صفراً .

ومن هذه الأرقام تتضح لنا ضالة طاقات الإنسان، أو ما صنعه من قنابل ذرية وإيدروجينية هي بمثابة عيدان كبريت مشتعلة بجوار براكين كونية مشحونة بطاقات تتجلى فيها ، أو تسيطر عليها لتجعلها تدور حول نفسها تارة ، وتنطلق في مدارات حول غيرها تارة أخرى . فكوكب الأرض جرم صغير إذا ما قورن بالأجرام الأخرى التي قد تكون أكبر منه بألاف أو مئات الألاف أو ملايين المرات . . ومع ذلك فلدورانه حول نفسه طاقة ، وحول شمسها طاقة أخرى أكبر : ولو أردنا حسابها بمعايير الطاقة الميكانيكية المستخدمة في حياتنا لبلغت طاقة شغل الأرض ما يقرب من ١٨٠٠ مليون مليون مليون قدرة حصان (١٠<sup>١٢</sup> المليون مكررة أربعاً) ، ولو لم تنطلق الأرض حول الشمس بهذه القدرة الجبارة ، لجذبتها الشمس إلى مجالها جذبا ، ولصهرتها وصهرتنا في أتونها صهرا . . لكن القوى الكونية قد اشتغلت بحساب ، وسارت الأجرام في أفلاكها بمقدار . . فلا الشمس تغلب على الأرض أو على كواكبها الأخرى التي تدور حولها ، ولا تلك الكواكب بهاربة من قبضة شمسها إلى الفضاء . . وعندئذ يحق القول الفصل « خلق السماوات بغير عمد ترونها » . . « والسماء رفعها ووضع الميزان » . . فالعند قوى كونية لا نراها ، وإن كانت تتجلى لنا في جاذبية ودوران وحركة ، لتبدو لنا كموازين غير مرئية تسيطر عليها قوته البديعة ، ثم سيطرته العظيمة على كل ما في الكون من بلايين البلايين من الأجرام السابحة في ملكوته العظيم بطاقات هائلة تتجلى لرجل العلم بلا نهاية ، وتبرز له بلا حدود ، وعلى قدر ما يستوعب عقله المحدود !

لكن الطاقات الهائلة التي يزخر بها هذا الكون طاقات حبيسة في « قماقمها » . . في ماديتها . . فماذا لو تحررت ؟ . . علينا أن نتعرض لذلك باختصار . . لنرى وجهين لحقيقة واحدة .



### الطاقة مادة متحررة

أنت ترى بالنور ، وتعيش على النور ، وخلقته من النور . . وإلى النور يوما قد تعود . . لتعود الكرة من جديد . . « قل هو يبدئ ويعيد » !

فأنت جسد لكن الجسد من نور . . ولست وحدك في الكون . . لأن كل ما فيه من مادة ظاهرة وخافية من نور تجسد . . فتكور . . فظهر . . فدارت به الأفلاك . . وليكون « الله نور السماوات والأرض » . .

وللنور درجات . . فمنه اللطيف ، ومنه القوي الشديد الذي لو تجلى لجبل لجعله دكا . .

● قدرة حصان Horse-Power تعبر استخدمه العالم المشهور جيمس واط ليفد به قدرة شغل آله البخارية التي اخترعها واستخدمها في رفع المياه من الآبار ، وكانت الخيل هي الوسيلة المستخدمة في رفع هذه المياه وفذلك ، ولهذا احضر عددا من الأحصنة القوية لتستخرج كمية الماء ذاتها التي تستخرجها آله البخارية ، وقارن بين قدرة هذه وتلك في الشغل ، ومن هنا استطاع أن يقدر أن حصانا قويا يقوم بشغل يصل إلى ٥٥ رطل - قدم/ثانية - أي أن يرفع هذه الأبطال إلى اعلا بعد قوة الجاذبية لمسافة قدم واحدة لكل ثانية . . وقدرة الحصان بحساب آخر تساوي ٧٤٦.٠٠٠.٠٠٠ راجع أو تساوي ٧٤٦ جاول .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

« قال رب أرني أنظر اليك ، قال لن تراني ، ولكن انظر الى الجبل فان استقر مكانه فسوف تراني ، فلما تجلى ربه للجبل جعله دكا ، وخسر موسى صعبا ، فلما أفاق قال سبحانك تبت اليك !

وليس كل ضوء مرئيا .. بل لنا حدود فيما نرى ، كما أن لنا حدودا فيما نسمع ونطيق ونذكر ونعلم !

وقد يبدو هذا الكلام أقرب الى أسلوب الصوفية منه الى لفتنا العلمية ، وقد يكون ذلك وقد لا يكون ، لسنا في الواقع ندرى ، لكن الذي ندرىه - نسبيا - أن النور الذي نراه قوة خفية .. وفيما فوقه أو تحته انوار أخرى ذات قوى أو طاقات مختلفة ، لكن عيوننا ليست مهيأة لاستقبالها ، ولو استقبلناها لصابتنا بالعمى .

لا بد أن نذكر هذه المقدمة الصغيرة في سياق حديثنا حتى لا تختلط علينا الامور بين العلم والعقيدة ، وحتى نكون واضحين في تقديم صورة جديدة من صور القوى أو الطاقات الكونية التي تتجلى فينا وفي خارجنا مما سوى الله فأبدع !

**والنور يعنى الضوء أو الضياء أو الوميض أو القبسات النورانية أو الإشعاعية أو الاشعة الكهرومغناطيسية أو الفوتونات Photons ( أو الكوانتا Quanta ) ( أى كميات محددة من «طروء» ضوئية .. مفردها كوانتم Quantum ) .. والمسميات الثلاثة الأخيرة هي التي نستخدمها في مجال العلوم .. وهى التي أثارت عقولنا على مافى هذا الكون من أسرار عظيمة ، وأضاءت لنا الطريق لنرى شيئا من طبيعته المثيرة ..**

فالإنسان والحيوان والنبات والميكروب وكل شيء دبت فيه الحياة يتكون من شقين : شق مادى منظم أعظم تنظيم ، وشق « روحى » أوحى تنطلق منه طاقة محددة لتسيطر على كيان هذا التنظيم المادى ، وتدفعه دفعا ليشق طريقه في الحياة لوقت معلوم ، ثم يتخلى عن الطريق ليفسح المجال لغيره ، ولكن بعد أن يكون قد ترك نسخة من ذاته تواصل الحياة مع غيرها من طوفان المخلوقات ، وهو ما نعبر عنه بالتناسل والتكاثر والذرية والاجيال .. الخ .

لكن « الروح » أو الطاقة التي تسرى في داخلنا هى روح نظام بديع لا زلنا فى اسراره حائرين ، فنحن لم نعرف بعد كل أسرار الخلية الحية التي منها قد نشأنا ، ولا كذلك سر خلية ميكروبية بسيطة .. ذلك أن هذه الوحدات الحية التي لا تراها العين لضآلتها ليست الا نظاما من داخل نظم من داخل نظم .. وهكذا تتراكب الاجزاء وتتداخل بعضها فى بعض .

وكل حى لابد أن يموت .. والموت يعنى خلا فى النظام ، ولا يزال هذا الخلل يتعاضم ويتفاقم حتى تخل الفوضى ، وتتوقف « روح » هذا النظام أو ذاك عن انتاج الطاقة .. فلا تتحرك عين فى مقلتها ، ولا ينبض قلب فى صدره ، ولا يتردد نفس فى قفصه ، ولا تشع حرارة فى أوصاله ، بل تحل محلها برودة مميزة ، وهى دليلنا على توقف الجسم أو هذا النظام البيولوجى الخاص عن بذل الطاقة التي قدرناها من قبل فى المتوسط بحوالى ٢٥٠٠ سعر أو كيلو كالورى .. أو اكبر من ذلك أو اصغر !

لكننا لاشك نعلم انفسنا اذا نظرنا الى اجسامنا المادية مثل هذه النظرة القاصرة .. صحيح أن الذى يفرق بين الميت والحى هو تلك الطاقة التي تستطيع الخلايا المختلفة ان

۲۸



الواقع أنها ظهرت بوجهها الآخر .. لقد احتررت في الطاقات الحرارية والضوئية التي تنير بها ما حولها ، وتدفئ كواكبها التي تطوف بعيدا عنها بعشرات ومئات وآلاف الملايين من الاميال ..  
وتلك في الواقع طاقات فوق تصور البشر ، ومع ذلك فهناك توازن عظيم بين ما تحتفظ به الشمس من طاقات ، وبين ما تتخلص منه في الفضاء ، فلو حلت البرودة ( النسبية ) بجوفها ، لانهارت تلك الكتل الهائلة من المادة الخام ( الايدروجين ) التي تدخرها لاستهلاكها لآلاف الملايين من السنوات القادمة ، ولضففت على جوفها ضغطا رهيبا قديودى الى انفجارها ، ولو اختزنت كل حرارتها الهائلة لساعات معدودة ، لارتفعت كما ترتفع مثلدرجة حرارة انسان أصيب « بضربة شمس » ، واختل فيه التوازن الحرارى الذى يحدد بين مايتخلص منه وما يحتفظ به من حرارة .. ولهذا فقد تنفجر الشمس وتنتهى ، ويموت الانسان ويختفى .. لكن حمدا لله أن وضع الموازين في السماوات قبل ان وضعها على الارض ، فلديناش البشر بلايين، وليس لدينا الا شمس واحدة .. فان ماتت ، لتوقفت كل صور الحياة على هذا الكوكب .

ويوم استطاع الانسان أن يضع يده على سرغال من أسرار هذا الكون المثير من خلال معادلة رياضية ، فانه لم يصدق - بادىء الأمر - ما اشارت اليه هذه المعادلة التي قدمها لنا العالم الشهير ألبرت اينشتاين في عام ١٩٠٥ ، والتي ظهرت كولييد صغير من نظريته (( النسبية )) ، ورغم ان المعادلة بسيطة في تركيبها وفحواها ، الا انها عميقة في معناها ومغزاها ، لدرجة ان اينشتاين نفسه لم يصدق ان مدلول هذه المعادلة يمكن ان يتحقق يوما على هذا الكوكب .. لكنها تحققت بعد اربعين عاما .. في قبلتين ذريتين .. احدهما اسقطت على هيروشيما ، والثانية على ناغازاكي .

لقد نجح الانسان في تحويل المادة الى طاقة. لكن الذي يوضح امامنا ضخامة الطاقة المجسدة في مادتها معادلة انشتاين الشهيرة التي تتكون من حروف ثلاثة ، ونكتها هكذا :

$$E = mc^2 \quad \text{ط} = \text{كس}^2$$

Energy = Mass X Velocity of Light (Squared) الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء

لكن . . ماهى العلاقة بين الكتلة وبين الضوء وسرعته وبين الطاقة ؟ . . وكيف تجمعت هكذا ؟  
 . . وماذا تعنى حقا رغم مايسبها من مفارقات ، اوعدم تجانس فى الصفقات ؟

الواقع ان هذه هى لغة المعادلات .. وهى لغة خاصة تتناول أسرار هذا الكون بالتحليل ،  
لتستشف طبيعته وما ينطوى عليه من وحدة أصيلة رغم ما فيه من متناقضات ظاهرية .. لكن  
المعادلة تحيل التناقض والنفور الى وحدة نظام تدعو الى التساؤل والحيرة .

لكن دعنا نعبّر عن هذه المعادلة بمنطق الأرقام .. ولنأخذ زيدا من الناس كمثال ، ولا يهم أن كان حيا أو ميتا « طازجا » ، فالذى يهناحقا هى كتله ، ولكن ٧٠ كيلو جراما - فيها ٣٠٠٠ رجم ، وسرعة الضوء فى الثانية الواحدة ٣٠ ألف كيلو متر - فيها ٣٠٠٠ رجم . سننتيّمتر ( فالمعادلة تشترط الكتلة بالجرام والسرعة بالسنتيمتر ) ولنعوض هذه الأرقام بمدلولاتها فى المعادلة السابقة :

الطاقة =  $3.0 \times 10^{-19} \times 3.0 \times 10^{-19} \times 7.0 \times 10^{-19}$

[illegible]

الرقم - بلا جدال - يبدو من الضخامة بمكان بحيث قد لا تستوعبه العقول .. وهو يعنى ان المادة في جسم زيد لو تحررت من ماديتها ، وتحولت الى طاقة تحولاً تاماً فانها تظهر على هيئة قدرة أو شغل يدير كل مصانع مصر ويضئ مدنها وقرأها لسنوات طويلة قادمة .. ولهذا دعنا نحول وحدات الشغل الناتجة ( اى الارج ) الى طاقة حرارية مقدرة بالكيلو كالورى .. عندئذ ينتج لنا ٢٢١.٠ × ١٠<sup>١٠</sup> كيلو كالورى .. لكن الرقم لا يزال خيالاً .. ومع ذلك فهو يوضح لنا الفرق بين طاقة زيد اليومية التى قد تصل الى ٣٥٠٠ أو ٤٠٠٠ كيلو كالورى ( اذا كان يؤدى عمله الشاق بضمير ) وبين الطاقة الحقيقية المقيدة في جسمه على هيئة مادية !

أو دعنا نحول الطاقة الحرارية الى وحدات أخرى من الطاقة ، ولتكن هذه المرة طاقة كهربائية .. وعلينا إذن ان نستخدم الكيلو واط/ساعة ، وفي هذه الوحدة يكمن ٨٦٠ كيلو كالورى ، وبعملية حسابية بسيطة ينتج لنا رقم أصغر - ١٨٠.٠ × ١٠<sup>١٠</sup> كيلو واط/ساعة ، اى حوالى ٢ مليون مليون كيلو واط/ساعة لو ان زيدها قد تناول وجبة دسمة ، وزادت فيها كتلته قدراً معقولاً .. وهذا المحصول الهائل من الطاقة التى تحررت من مادة زيد المجسدة اكبر قليلاً من الطاقة التى ينتجها السد العالي لمدة مائتى عام ، وعلى شرط ان يشتغل بكامل طاقته !

او لو فرضنا ان هذه الطاقة قد تحولت الى صورة أخرى كيميائية مخزونة في طعام نتناوله ، وبفرض ان استهلاك الفرد في المتوسط ( الكبير مع الصغير ، والنشط مع الكسول واليقظ مع النائم .. الخ ) يصل الى حوالى ١٥٠٠ كيلو كالورى يومياً ، وفي كوكب يبلغ تعداداه أربعة آلاف مليون نسمة ، فان هذه الطاقة المتحررة من جسم زيد تكفى لاعاشة أهل الأرض جميعاً لاكثر من ٢٥٠ يوماً ! .. او تساوى الطاقة المختزنة او المتحررة من حرق ١٤.٠ × ١٠<sup>١٠</sup> طناً من البترول ، او قدر الطاقة المدمرة الناتجة من تفجير ١٥٠.٠ × ١٠<sup>١٠</sup> طناً من مادة ت.ن.ت. شديدة الانفجار .. او .. او الى آخر هذه الأرقام التى تففز أمامنا ، وكأنما نراها في أحلام اليقظة .

لكن زيدها هذا ليس بمعايير الكون شيئاً مذكوراً - نقصد من حيث هو كتلة ، لا من حيث هو عقل مفكر أو غير مفكر .. صحيح ان الطاقات التى نحصل عليها من تحويل المادة الى طاقة في المفاعلات الذرية مثلاً ليست الا قطرة في بحر من بحور الطاقة التى تجرى في أتون شمسنا وحدها ، لكنها - على أية حال - قد جذبت عقولنا الى منبع من الطاقة قد لا ينضب لو عرفنا كيف نسيطر عليه ، فنستخدمه للتعمير .. لا للتدمير !

ان مجرد تركيز العقل البشرى - بعد ذلك - على الكميات الهائلة من المادة التى تحررها الشمس في اليوم الواحد على هيئة طاقة ، ثم استمرارها على هذا المعدل منذ حوالى خمسة آلاف مليون عام وحتى الآن ، ثم مواصلة الحياة بعد ذلك لآلاف الملايين من الأعوام القادمة - كل هذا قد يصيبنا بالدوار .

ليس بالشئ الهين أن تتحول حوالى أربعة بلايين طن من مادة الشمس في كل ثانية الى دفقات جبارة من الطاقة ، فلو أنك قدرت بعد ذلك ما تستهلكه في اليوم من مئات ألوف الملايين من الاطنان ، ثم تحويل ذلك الى جرامات ، ثم ضربها في مربع سرعة الضوء بالسنتيمتر ( على حسب المعادلة السابقة الخاصة بالمادة والطاقة ) لنتج لك رقم نكتبه هكذا : ٢٩١.٠ × ١٠<sup>١٠</sup> ارج ، أو ٢٢١.٠ × ١٠<sup>١٠</sup> جاول ، أو ٢٥١.٠ × ١٠<sup>١٠</sup> كيلو واط/ساعة ، تستقبل أرضنا منه يومياً حوالى جزء واحد من ألفى مليون جزء .. لكن فيه الكفاية ، اذ تصل طاقة هذا المقدار الضئيل للغاية الى

ما يقرب من  $3 \times 10^{10}$  كيلو واط/ساعة ، وبه يدور كل شيء على كوكبنا .. تدور ملايين البلايين من أطنان الهواء ، في تيارات رافعة خافضة .. أحيانا ما تلتفح وجوهنا كنسيم عليل ، وأحيانا أخرى كريح وعواصف بأسها شديد ، وقد تكمن فيها طاقات تفوق في طاقتها مئات القنابل الذرية والإيدروجينية - وبالطاقة الشمسية تخرج ملايين البلايين من أطنان بخار الماء الى الهواء ، فنحس فيه على هيئة سحب تتساقط منه الأمطار ، وتجري الأنهار ، وتورق الأشجار ، وتكتسى الأرض بالخضرة والأزهار ، وتتكون بها ( بالطاقة الشمسية ) الحبوب والثمار ، وتحلق الفراشات ، وتغنى الطيور ، وتسبح الأسماك ، وفوق كل هذا يدور الإنسان في أرضه لينقب فيها باحثا عن مزيد من الطاقة ليحصل على مزيد من القوة والرفاهية .. ومن وراء كل هذه الحركة البديعة - التي تتم في الهواء والبحار والأحياء - جزء ضئيل جدا من طاقة تحررت من ماديتها ، لتسلط بوحدها على نظم اليكترونية وذرية وجزيئية لتبعث فيها الروح والحياة ، وسنعود لنوضح معنى ذلك عندما نتعرض للبطاريات الحية التي تصطاد تلك الطاقات ، لتدفع بها كل ما على هذا الكوكب من أحياء . فمن وراء حركته نور أوضوء أو طاقة شمسية لها مع الحياة قصة مثيرة .. لكن علينا الآن أن نتعرض للوجه الآخر من الحقيقة .. أي تجسيد الطاقة من بعد تحرير وانطلاق .. فهل هذا في الامكان ؟ .. دعنا اذن نبدأ من الأساس .

### تجسيد الطاقة Materialization of Energy

يحكى أن عالما انجليزيا شابا يدعى **بول ديراك** خرج على العالم في عام ١٩٢٨ بنبا مشير نتيجة لتحليل معادلات رياضية تناول فيها بعض معادلات نظرية النسبية لـ **اينشتاين** ومعادلات نظرية الكم Quantum Theory **ماكس بلانك** .. ومن عملية « المزج » بين هذه وتلك ، جاءت بعض نتائج تتماشى مع منطق هذا العالم الذي فيه نعيش ، وجاء بعضها الآخر بأنباء - لا هي مقبولة ولا هي معقولة ، وقد بدو أمام الإنسان وكأنها هي شيرا إليه من طرف خفي بأن هناك أمورا تحدث في الكون ، ولكنها تسير بالقلوب .. أي معاكسة لكل ما نعرفه أو تعارفنا عليه في طبيعة عالمنا وتكوينه .. فماذا يعنى عندما نقول مثلا أن طاقة زيد سالبة ، أو أن زمنه يجرى الى الوراء ، أو أنه يتكون من مادة نقيضة لمادة عالمنا ، أو أن هناك جاذبية تدفعه بعيدا عن الأرض بالقوة ذاتها التي تشد بها انسانا آخر له كتلة زيد نفسها .. الى آخر هذه الامور المضادة لطبيعة عالمنا !

طبيعى أننا لم نر شيئا غريبا - مثل ما تنبأت به المعادلة - يحدث على أرضنا ، ورغم غرابة ما جاءت به المعادلة من نبوءة ، إلا أن الشاب ديراك اكد لمن تهكموا عليه ان ما جاء به ليس اثما في العلم ولا بهتانا ، ولا بد أن هناك شيئا لم تتفتح له العقول بعد ، أو ربما كان سابقا لأوانه .

لقد كان ديراك يقوم بتحليل رياضي لحركة اليكترون وحيد في الفراغ ، ولكي يتحرك فلا بد له من طاقة .. ولقد وضع ماكس بلانك الحدود التي يمكن ان تتعامل بها الطاقة مع المادة من خلال تحليل رياضي أيضا ، بل وأوضح لنا ان الطاقة الضوئية مثلا لا تنطلق كشعاع متصل وكما تراه العين ، ولكنها تأتي كطرود أو « باقات » أو وحدات دقيقة جدا من الطاقة ( وسوف نعود لها بعد حين ) ، وجاء بعده البرت اينشتاين ، ووضع لنا المعادلة التي تنبأت بتحويل المادة الى طاقة .. وتبعهما ديراك الذي أشارت تحليلاته الى أن الطاقة أيضا يمكن أن تتجسد في جسيمات .. وكلما كانت طرود أو باقات الطاقة قوية وكبيرة ، كانت الجسيمات المتجسدة منها ثقيلة .. وإلى هنا والموضوع يمكن تقبله من حيث المبدأ .

لكن ديراك ذهب الى أبعد من ذلك وتنبأ بأن معادلته تشير الى أن « طرود » الطاقة اذا تجسدت في جسيمات ، فان وحدة الطاقة المناسبة تخلق زوجا من الجسيمات . . أحدهما عدو أو نقيض أو مضاد للآخر . . فإذا نلامسا بعد ذلك ، فلا بد أن يتخليا عن صفتها المادية ويعودا سيرتهما الأولى . . اى الى موجات من جديد . ولقد حدد ديراك أن وحدة أو باقة من الطاقة لا تقل عن ١.٠٢ مليون اليكترون – ثولت عندما تصطدم بهدف مادي ، فانها تتوقف بعد أن كانت تنطاز بسرعة الضوء . وتتجسد في نيجاترون Negatron ( اى الجسيم الذى يحمل شحنة كهربية سالبة ونعرفه باسم الاليكترون ) وفي بوزيترون Positron ( اى الجسيم الذى يحمل شحنة كهربية موجبة ) . . . والواقع ان هذين الجسيمين متشابهان تماما من حيث الكتلة ومن حيث مقدار الشحنة الكهربية والمجال المغناطيسى والدوران . . الخ ، لكن كل شئ من هذه الصفات يظهر معكوسا . . فاذا دار النيجاترون يمينا ، دارالبوزيترون يسارا ، واذا حمل هذا شحنة موجبة ، جاء الآخر بشحنة سالبة ، واذا اتجه هذا فى المجا المغناطيسى الى اليمين ، اتجه الآخر الى اليسار . . . وبالاختصار فنحن أمام عالمين متشابهين ، لكنهما – على مستوى الجسيمات الذرية – متناقضان ، وكأنما تبرز امامنا فكرة الصورة « النيجانيف » (على الفيلم) والصورة «البوزيتيف» (على الورق الحساس) . . فاليمين فى هذه ، يسار فى تلك ، والابيض هنا ، أسود هناك . . وهكذا ( لاحظ ان النيجاترون والبوزيترون مشتقان من النيجاتيف والبوزيتيف ) .

لكننا في الواقع لا نتحدث هنا عن صور ، بل عن تجسيد حقيقي للطاقة التي يتخلق منها اليكترون ( نيجماترون ) فيه من الطاقة اكثر قل من نصف مليون اليكترون - فولت ، وبالمثل تماما يتخلق البوزيترون ، ولكل منهما كتلة تساوي حوالي تسعة أجزاء من مائة بليون بليون جزء من الجرام ! ( ٩١ ر . ٠٠٠ ر . ٠٠٠ ر . ٠٠٠ ر . ٠٠٠ ر . ٠٠٠ ر . ٠٠٠ ر . ٠٠٠ ج رام ) .. لكن البوزيترون لو ظهر ، فانه لا يستطيع ان يعيش مع مادة عالما التي تغلق ذراتها بسحب اليكترونية تدور حول انويتها ، ولا بد أن يتلامس في لحظا خاطفة مع احد الاليكترونات ، فيبيد احدهما الآخر ، ويفنيان على هيئة مادية .. لكن لا شيء في الواقع - الى فناء ، بل يظهران بوجههما الآخر - اى الى ضوء منظور او غير منظور ، كل هذا يتوقف على حدود الموجات التى تبصر بها عيوننا، وحدود الموجات التى تنطلق من الجسيمات عندما تتخلى عن صفتها المرسدة الى التحرر والانطلاق بسرعة الضوء على هيئة موجات كهرومغناطيسية . لتصبح من جديد وحدات أو باقات من الطاقة !

كل هذا كان كلاما على ورق . . أو معادلات منشورة في بحث مركون على رف . . ولن يكون لذلك قيمة ما لم تتحول الفكرة الى واقع، والمعادلة الى تجسيد . . **فهل تحقق من تلك النبوءة شيء قد يفيد؟**

**بالتأكيد !** .. فبعد أربع سنوات اكتشف العلماء مسارين متضاربين لجسيمين عادت بهما الواح حساسة من طبقات الجو العليا ، ولقد عكس مسارهما المجال المغناطيسى المثبت فى جهاز خاص للدراسة الاشعة الكونية فى طبقات الجو العليا . وبدراسة هذه المسارات دراسة وافية ، تبين بما لا يدع مجالا للشك ان بعض طرود الطاقة التى اندفعت الى غلافنا الهوائى مع الاشعة الكونية قد اصطدمت بهدف مادى ، وتجمدت على هيئة اليكترون واليكترون نقيض ( بوزيترون ) .. لكن الاخير تخلى عن صفته المادية فى لحظة خاطفة عندما اصطدم بأحد الاليكترونات ، فعادا الى طبيعتهما الاولى .. اى الى ومضتين ضوئيتين .

وبعد الحرب العالمية الثانية توصل العلماء الى تجسيد الطاقات التي تندفع بها الجسيمات بسرعة فائقة في المعجلات الذرية الجبارة الى تصل طاقتها الى عدة آلاف الملايين من الاليكترون فولت .. وفيها ظهرت جسيمات أكبر مثل البروتون ونقيضه ، والنيوترون ونقيضه .. ويعنى هذا انه أصبح بالإمكان تجسيد كل الجسيمات الاساسية التي تدخل في تكوين الذرات مع جسيماتها النقيضة .. لكن النقيض - كما ذكرنا - لا يمكن أن يعيش في عالمنا ، لأن طبيعته معاكسة تماما لطبيعة جسيماتنا التي تكون مادة هذا الركن من الكون العظيم .. ومن الامور المثيرة حقا ان العلماء قد توصلوا الى تخليق ذرة ايدروجين نقيضة \* ( اى بروتون سالب واليكترون موجب في حين ان ايدروجين عالمنا يتكون من بروتون موجب واليكترون سالب ) .. لكن ذرتنا النقيضة لم تعمر لحظة من زمن ، اذ سرعان ما تلاصقت مع مادة عالمنا ، فافنى كل جسيم جسيمه النقيض ، وتحررا من صورتهم المادية ، لنطلقا على هيئة موجات كهرومغناطيسية لكن .. ماذا يعنى كل هذا ؟

يعنى في المقام الاول أن معادلات ديراك قد تحققت كما تحققت معادلة البرت اينشتاين .. فالاولى تنبأت بإمكان تجسيد الطاقة في جسيمات وجسيمات نقيضة ، وصحت نبوءتها ، والثانية تنبأت بتحرير المادة وتحويلها الى طاقة ، وصحت نبوءتها ايضا ، وهذا يعنى حقا ان المادة والطاقة وجهان لشيء واحد .

ويعنى التجسيد - في المقام الثانى - أن الكون ربما يكون قد بدأ بدايته من طاقات « نورانية » جبارة ، ومنها تجسدت جسيمات نقيضة ، ثم تسلطت عليها قوى كونية - لا نعرف كلها - لتعزل النقيض عن نقيضه ، ثم تجمعت الاليكترونات والبروتونات والنيوترونات ليتكون منها ذرات عوالم مثل ذرات عالمنا ، وفي الوقت ذاته تجمعت الاليكترونات النقيضة ( البوزيترونات ) مع البروتونات النقيضة مع النيوترونات النقيضة لتظهر بها ذرات عوالم نقيضة .. وهى عوالم لا تختلف عن عالمنا في الظاهر ، لكن كل شيء في بنائها المادى قد أصبح معكوسا بالنسبة لعالمنا .. فالماء مثلا يتكون من ايدروجين وأوكسجين ، وليس ما يمنع اطلاقا من اتحاد الایدروجين النقيض مع الاوكسجين النقيض في العالم النقيض ، ليتكون الماء النقيض ، الذى تعيش فيه مخلوقات مائية نقيضة - ربما تشبه مخلوقات عالمنا ، أو قد تنشأ فيها كائنات عاقلة نقيضة ! .. لكننا لو فرضنا ووضعنا قطرة من ماء عالمنا على قطرة من ماء العالم النقيض ، لحدث ذلك انفجارا عاتيا ، ولانطلق ضوء ساطع ، ولانبثق سحير هائل ، وبهذا تختفي القطرتان تماما ، وتتحول مادتهما الى موجات كهرومغناطيسية بأسها شديد .

والواقع أن موضوع العوالم والعوالم النقيضة Worlds and Antiworlds من أعظم الموضوعات اثارة في مجال العلوم الحديثة .. لكن الذى يهمنا هنا - خصوصا بعد أن توصل العلماء الى تجسيد الطاقة - أن الانسان لو استطاع أن يتوصل الى طريقة فعالة ليحرر بها المادة من تجسيدها ، ويحولها الى موجات ، فانه يكون قد توصل بالتأكيد الى منابع لا تنضب من الطاقات .

\* بعد الانتهاء من كتابة هذه الدراسة ، تبين ان العلماء قد توصلوا ايضا الى تخليق ذرة اعقد هى ذرة الهيليوم في معجلات ذرية ذات طاقات أصخم .. ولهذا لزم التنويه .

ورب متسائل يتساءل : ولكننا نحصل على الطاقة النووية من خلال عملية تحويل المادة الى طاقة عن طريقين : طريق انشطار نوى اليورانيوم ، او طريق التحام ذرات الايدروجين الثقيل في درات اعقد . . وبهذا يختفى في تلك العمليات جزء من المادة ، لظهر على هيئة طاقة .

وهذا صحيح . . لكن المادة هنا لم تتحول بامام الى طاقة . . ففي عملية الانشطار او الالتئام ، لا يختفى الا جزء ضئيل جدا من المادة ، وقد لايزيد هذا الجزء عن ٠.٠١٪ من المادة الاصلية . . ولكن ما نرمى اليه هنا أن تكون كفاءة هذا التحول بمعدل يصل الى ١٠٠٪ ، ولن نتأني ذلك الا باطلاق جسيمات المادة على جسيمات المادة النقيضة ، وهنا تختفى المادة تماما ، وتبدو لنا بوجهها الآخر الذى ينطوى على قوى وطاقات تفوق خيالنا . . فهل سيتوصل العلم الى هذا الهدف يوما - حتى ولو كان هذا اليوم بعيدا ؟ . .



### وللطاقة كمياتها ودرجاتها

من اعظم العلماء الذين كانت لهم على العلم ايداء بيضاء منذ نهاية القرن الماضى ، وبداية هذا القرن - العالم الفيزيائى الشهير **ماكس بلانك** صاحب نظرية الكم Quantum Theory التى تناولت الطاقة بالتحليل من خلال معادلات رياضية اوضحت لنا الكثير من اسرار هذا الوجه الآخر للمادة . . فكما ان للمادة وحداتها التى لا يمكن ان توجد الا على هيئة كيانات صحيحة ، كذلك ايضا كانت وحدات الطاقة ، فنحن لا نستطيع ان نقول ان لدينا خمس وحدات ذرية ونصف ، او عشر وحدات وربع ، لأنه لا يوجد شيء اسمه نصف او ربع او سدس ذرة ، فاذا انشطرت الذرة الى نصفين او اكثر ، فان ذلك لا يعنى ان تبقى الانصاف على حالها ، بل تتحول في اللحظة ذاتها الى وحدات اصغر من ذرات متكاملة ، وكذلك الحال ايضا مع الجسيمات التى تتكون منها **الذرات** . . فهى ايضا على هيئة وحدات مستقلة بحيث لا يوجد فيها ما يمكن أن يكون نصف **اليكترون** ، او ثلث بروتون ، او ربع نيوترون . . الخ ، بل كل وحدة جسيمية تبقى على حالها متكاملة ، فاذا حدثت وتفتت البروتون مثلا الى اجزاء ، فانه يتحلل الى وحدات اصغر من ميزونات وبوزيترونات ونيوترينو وموجات من الطاقة .

وعلى الوتيرة نفسها ذهب **ماكس بلانك** الى اعتبار ان الضوء أو أية اشعاعات او موجات اخرى من الطاقة ليست الا نبضات تندفق كوحدة متكاملة اطلق عليها اسم كوانتا Quanta أى كميات محددة من الطاقة تجرى بسرعة ثابتة تصل الى ٣٠٠ ألف كيلو متر فى الثانية الواحدة على هيئة باقات او طرود او قسبات او **فوتونات** Photons ( **والفوتون** هنا يعنى ايضا وحدة ضوئية واحدة ، وكلمة فوتوغرافيا تعنى التصوير الفوتونى او الضوئى ) ، وكل هذه الوحدات تتجمع فى عائلة تعرف باسم الموجات الكهرومغناطيسية . . فكلها ذات طبيعة واحدة ، وان اختلفت شدتها ما بين فوتون وفوتون . . ولا يمكن لهذه الوحدات ان تنشط ، ليكون هناك نصف كوانتم ، او ثلث فوتون ، او ربع باقة من الطاقة ، بل ليكون هناك فوتون أقوى من فوتون بمرتبتين أو عشرة أو ألف أو مليون أو بليون . . وهكذا .

ولكى نأخذ فكرة مبدئية عن ضالة هذه الباقات او الفوتونات أو وحدات الطاقة ، فعلينا ان نذكر ان الارج الواحد يحتوى على ما يقرب من ٢٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ فوتون أو وحدة ضوئية من وحدات الضوء البنفسجي ، او على ٤٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ فوتون من الضوء الاحمر ، أو ما

والواقع ان معظم ما يجرى فى عالمنا من أحداث ، انما تحكمه تفاعلات تتم بين عوالم مختلفة من الموجات التى تنطلق على هيئة طرود دقيقة من الطاقات ، وبين عوالم من الاليكترونات التى تدور حول نوى ذرات المادة كسحب كهربية . . فعندما يندفع فوتون بسرعة الضوء ليصطدم بأحد هذه الاليكترونات فانه قد « يركله » ركلة شديدة بحيث يخرجها من مداره ، او قد يدفعه لكى يدور فى مدارات اوسع ، وهو لا يطوف فيها الا بطاقات يحملها من الفوتونات حملا . . وعلى حسب قدر الطاقة التى يتقبلها يتحدد مصيره فى عالمه الذى ينتسب اليه ، مثله فى ذلك كمثل من يصعد سلما ، او يقذف حجرا ، او يطلق قذيفة . . فالصعود الى ادوار اعلا واعلا ، يتطلب ان نبذل مجهودا اكبر واقوى ، وكذلك الحال مع حجر أو قذيفة أو رصاصة ، ولكل عالم ما يناسبه من طاقات تدفعه . . لكن الذى يحكم مستوى الطاقات التى تحملها هذه الطرود أو القبسات الضوئية تلك المعادلة الرياضية التى قدمها لنا ماكس بلانك والتى نكتبها هكذا :

$$c \times 5 = 6$$

هذا والكمية الثابتة التى قدرها بلانك ( ونسبت اليه فيما بعد على أنها ثابت بلانك ) تساوى  $6.62 \times 10^{-34}$  ر.ر. ارج ثانية ، وبالإمكان الحصول على طاقة الكوانتا المختلفة اذا ما عرفنا شدة ترددها Frequency فى الثانية الواحدة . فكلما كان ترددها أكبر ، دل ذلك على ان طاقاتها أضخم ، وطول موجاتها أقصر . فطروء الطاقة التى تكون الاشعة البنفسجية اقوى من مثلتها فى الاشعة الحمراء ، ذلك أن الاولى تتردد بمعدل  $7.5 \times 10^{14}$  مرة فى كل ثانية ، والثانية نصف هذا المقدار بالتقريب ، وعندئذ فان طاقة كل فوتون فى الاشعة البنفسجية تساوى على حسب المعادلة السابقة حوالى  $5 \times 10^{-19}$  ر.ر. حاصل ضرب ثابت بلانك فى معدل تردد الموجة فى الثانية ) . . وطاقة كل فوتون فى الاشعة الحمراء تساوى تقريبا نصف هذا المقدار .

ونحن نخشى الاشعة فوق البنفسجية ،والاشعة السينية، واشعة جاما Gamma Rays المصاحبة لتفجير القنابل الذرية،والاشعة الكونية،لأن طرود الطاقة فيها ذات بأس شديد ، والواقع أن كل هذه الاشعاعات المدمرة تنطلق دائما في الفضاء ، ولا شك ان فعلها مدمر على الحياة ، ولولا ان حيل بيننا وبينها « بمظلة » واقية من جزيئات الهواء في طبقات الجو العليا لتتلقى نيابة عنا ضرباتها القاصمة ، لما قامت على هذا الكوكب حياة لاي كائن حي ، فسلوكها مع الذرات والجزيئات التي تدخل في تكوين خلايانا ، كسلوك الرصاصات والشظايا التي تنطلق كوابل منهمر على البشر ، ففجر هذه طבעه الذرات او تفتتها ،وتبدد اولئك الشر وتقتلهم !

ولا شك اننا نسمع دائما من محطات الاذاعة ان الارسل سيستمر على موجة قصيرة طولها - على سبيل المثال - ثلاثون مترا ، او متوسطة طولها ٣٠٠ مترا ، او طويلة قد تصل الى ٣٠٠٠ مترا ، فان ذلك يعنى ان هناك كميات محددة من الطاقة تثار بها اليكترونات ، فتغفز من مدارها الى مدارات اعلا ، وعندما تغفز عائدة الى مدارها ذى الطاقة الاقل ، فلا بد ان تتخلص مما حملت ، فينطلق منها حملها على هيئة طرود من موجات كهرومغناطيسية .. ولكل موجة تردد خاص ، ولكل طاقة تتوقف على شدة اهتزاز الاليكترون بها حمل ، ولهذا فان فوتونات الموجة القصيرة تتردد بمعدل يصل الى حوالى ١٠ مليون تردد فى الثانية ، والمتوسطة الى مليون ، والطويلة الى مائة ألف .. وهكذا .

وعلى الجانب الآخر نأتى فوتونات الاشعة الكونية او اشعة جاما .. فهذه قد تتردد بمعدل يصل احيانا الى ٢٢١٠ تردد فى الثانية الواحدة ( أى واحد على يمينه ٢٢ صفرا .. او مائة ألف مليون مليون مليون ! ) .. وهذا يعنى انه اقوى من الضوء العادى بحوالى مائة مليون مرة .. وتأتى بعد ذلك الاشعة السينية المدمرة التى يصل تردد موجاتها الى ٢٠١٠ او ٢١١٠ مرة فى الثانية .. والاشعة فوق البنفسجية من ١٦١٠ - ١٨١٠ مرة / ثانية .. حتى اذا ما وصلنا الى الاشعة البنفسجية \* بدأت عيوننا تتقبل موجاتها و تراها ، لانها تقع فى الحدود المرسومة لمدى ابصارنا .. فنحن لا نرى الا فى حدود موجات لا تنقص أطوالها عن ٤٠٠ مللى ميكرون ( المللى ميكرون = جزء من مليون جزء من المليمتر ) ، ولا تزيد عن ٧٠٠ مللى ميكرون .. فنحن لا نرى الاشعة فوق البنفسجية لأن شدة ترددها تقع فوق حدود العين ، أو أن طول موجاتها اقصر من ٤٠٠ مللى ميكرون ، أو أن فوتوناتها تحمل طاقات اقوى ، وقد تؤذى عيوننا لو استقبلت منها جرعات كبرى .. فعيوننا لا تتأثر بموجات أطول من ٧٠٠ مللى ميكرون ( وهى حدود الاشعة الحمراء التى نراها كألوان حمراء ) ، ولهذا فلا يمكن أن ترى بها .. لكن ليس معنى ذلك أن الطبيعة قد استنفدت وسائلها ، فليست العين البشرية هى الوحيدة على هذا الكوكب بل هناك عيون أخرى تستطيع ان ترى بالاشعة فوق البنفسجية ، وأخرى تبصر فى الظلام الدامس بالاشعة تحت الحمراء ! .

ان التفاعل الأزلئ بين طرود الطاقة وبين جسيمات وذرات وجزيئات المادة هو الذى مهد لظهور الحياة على هذا الكوكب ، وهو الذى أرسى قواعد التوازن بين ما تتقبله المادة منها ، وما تتخلى وتسعه بعيدا عن تكوينها .. فعندما تصطدم الكوانتا او تلك الكميات الضئيلة المحددة من الطاقة بجسم مادي ، فانها تتوقف ، وفيه تختفى ، لكنها لا تضيع ، بل تؤدى عملا ، كان تقوم مثلا بعقد « الصفقات » الاليكترونية بين ذرة وذرة ، او جزيء وجزيء ، وذلك من خلال عملية تنشيط بالطاقة التى تخلت عنها لعالم المادة ، والتنشيط يؤدى الى حركة ، والحركة الى روابط تؤلف بين الدرات والجزيئات ، لتنشأ منها مجتمعات اكبر ، وبنيات أعقد ، هى التى تظهر فى النظم الحية على هيئة بروتينات ودهون وسكريات معقدة ، وغير ذلك من ملايين المركبات التى ترتبط بالطاقات ، فاذا تفككت روابطها ، انطلقت منها الطاقات وتحورت ، لتظهر فى صور أخرى ، وهذا ما سنتعرض له بالتفصيل عندما نقدم نموذجين بيولوجيين يوضحان رحلة الطاقة بين شمس ونبات وحيوان .

\* وهى اقصر موجات الضوء المنظور ، ولهذا كانت أشده ترددا ، واكبره طاقة ، هذا ويغز تردد الضوء العادى فى حدود ١٠١٠ ترددا فى الثانية ، ويتكون من سبعة ألوان من الطيف .



لكن المادة عندما تتقبل طرود الطاقة ، فإنها لا تحتفظ بها كما هي ، بل نستعيد منها بنصيب ، ونتحلص من نصيب آخر ، فتشعه على ماحولها .. لكن ليس معنى ذلك ان الباقية او الطرد او الكوانتم من الطاقة قد نجزا الى جزئين بحيث يستفيد التكوين المادى بجزء ، ويشع جزءا آخر ، بل يعنى انه دخل بقدرة من الطاقه اكبر - وخرج بقدرة أصغر ، والفرق بين ما دخل وما خرج قد احتفظ به التكوين المادى بصوره او بأخرى .. مثله فى ذلك كمثل رصاصه تنطلق بشدة نحو اسنان ، فتدخل من ناحية بقوة ، ويخرج من الناحية الاخرى بقوة أضعف ، والفرق بين طاقتها قد تحول الى هدم ومرف ودمير .. أى أنه قد ترك على هذا النظام الانسانى بصماته .. لكن هناك فرقا بين طاقه تنطلق بها رصاصه أو يندفع بها كوانتيم .. ذلك لأن الكوانتا لها طبيعه مختلفة ، ولهذا كان لا بد أن نستخدم معها لفه أخرى ، فنقول أن الكوانتا تدخل المادة بموجات اقصر ، أو تردد اكبر ، وطاقه أضخم ، وتخرج منها بموجات أطول أو تردد أصغر ، وطاقه أقل ، والفرق يظهر فى كوانتا أخرى لتقوم بتسفل أو عمل أو حركة أو ترابط اليكترونى .. الخ .

فالارض مثلا تستقبل من الشمس طاقات هائلة ( لكنها بالنسبه لما يطلقه الشمس ليست شيئا مذكورا ) ، ولو احتفظت بكل ما يصل اليها ، لاصبحت سعيلا رهيبا ، لكن الامور تسير بحساب ، ونجرب بمقدار .. فمن الشمس تنطلق كل أنواع الموجات الكهرومغناطيسية ، بداية من الموجات القصيرة جدا ، الى الطويلة جدا ، وما بين هذه وتلك تكون موجات الضوء والحرارة ، ولا بد من تصميم يباعد بيننا وبين طرود الطاقة ذات الموجات القصيرة للغاية ، ففيها قدرات هائلة لو انها تسلمت علينا لاهلكنا ، لكن حمدا لله ان اقام فى الفضاء « مرايا » عاكسة غير منظورة ولا محسوسة ، تقوم على شكل أحزمة خاصة تمتد الى مئات وآلاف الاميال على هيئة مجالات كهرومغناطيسية تبدأ من قطبى الارض وتحيط بها وتقف كالحارس الامين الذى يوجه حوالى ٣٠٪ من الاشعاعات الشمسية المندفعة اليها ، ويغير مسارها ، ويشتتها فى الفضاء مرة أخرى .. والواقع ان هذه النسبة المشتتة يكمن فيها البلاء ، ويجرى فى ركابها الموت والدمار .. فالكوانتم الواحد منها قد يحمل فى طياته طاقة أقوى بملايين وبلايين المرات من طاقة وحدات الضوء ( الفوتونات ) التى تستقبلها عيوننا ، وبها نرى عالمنا .

ثم تتقبل ارضنا مع غلافها الهوائى من الطاقة الشمسية النصيب الأوفى ( اى حوالى ٧٠٪ ) .. لكن جزيئات الهواء فى طبقات الجو العليا تقف بدورها لتتلقى نيابة عنا ضربات الاشعاعات ذات البأس الشديد ، فتمتص جزءا كبيرا من طاقاتها الهائلة ، وبهذا تتحول الاشعة القاتلة من موجات ذات تردد عال أو طاقة اكبر الى أخرى ذات طاقة أقل ، او موجات حرارية أطول ، وبعدها يدخل الى ارضنا جزء من طاقة مناسبة ، وينعكس جزء آخر ليعود الى الفضاء ، وكأنما الغلاف الهوائى فى طبقاته العليا قد أصبح بمثابة مرشح كونى عظيم ليصفى ما يصل اليها من ادران الاشعة الشمسية وأخطارها ، وبما تستقيم به الحياة على كوكبنا ، وليصبح أيضا بمثابة الغلالة التى تحميها وتشع الدفء فى جنبانها .

وإذا كان تفاعل الطاقة مع المادة عملية مستمرة ومتقنة وموزونة لكى تتوازن بها الحياة على ارضنا ، فان هذا التفاعل ذاته قد تسلط على كوكبنا منذ آلاف الملايين من السنين ليصل بين شتات جزيئاتها التساردة ، ويؤلف بينها ، ويحولها من صورة الى أخرى ، لكى تصبح صالحة لبناء الخلية الأولى التى اشتق منها بعد ذلك كل هذ الطوفان الحى من المخلوقات .. وعلينا اذن أن نتعرض باختصار لهذا الحدث الهام الذى هيا الارض لظهور الحياة .

### الطاقة .. وجزيئات الحياة الأولى

رغم أن قصة ظهور الحياة على هذا الكوكب مثيرة وطويلة ، إلا أن أهم حدث فيها ، قد جاء نتيجة لتفاعل عنيف بين سيل منهمر من طاقه جبارة وبين جزيئات بسيطة مشرده من الماده ، ولقد كان جو هذا الكوكب في الازمنة الغابرة غير جوه بعد أن نشأت عليه الحياة ، وكانت بحاره وتضاريسه تختلف اختلافا هائلا عما نراه الآن .. ففى اجوائه القديمة - التى يرجع تاريخها الى أكثر من أربعة آلاف مليون عام - انتشرت غازات سامة وخانفة مثل الامونيا ( النوتسادر ) والميثان والايروجين ، وعليها نسلطت ينابيع طاقة تأتيها من فونها ومن تحتها ومن بينها .. فأما التى جاءت من فوقها ، فكانت أشعة كونية وسمسية بها تركيزات عالية من أشعة جاما والأشعة السينية ( أشعة اكس ) والأشعة فوق البنفسجية . وأما ما جاءها من تحتها فكانت مما نطلقه المواد المشعة من طاقات بأسها شديد ، وأما الذى جاءها من بينها فكان من التفريغ الكهربى بين أرضها وسحابها ، أو بين سحابها وسحابها ، فيتحول هذا التفريغ الى برف وحرارة ، ليتخليا عن طاقتهما الى جزيئات ذلك الجو الكثيب الذى يدثر الأرض بفلاحة قائمة من أبخرة كنيفة حجبت نور الشمس من الوصول الى سطحها عشرات ومئات الملايين من السنين ، وكان لابد من حدوث ما ليس منه بد ، فهذه الطاقات الهائلة التى تضرب جزيئات المادة ليل نهار - ولحقب طويلة جدا من الازمنة - لم تذهب سدى ، بل هيأتها ونشطتها ودفعتها دفعا للدخول فى سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية التى استمرت ربما ألف مليون عام أو يزيد ، وكانت النتيجة - باختصار - أن تحولت نسبة من الجزيئات غير العضوية الى جزيئات عضوية شتى ، وغسلتها مياه الامطار ، واعادتها الى البحار ، وخرج غيرها الى الهواء ، وانطلقت الطاقة ، وتكررت الامور ملايين وبلايين المرات ، وتركزت المادة العضوية على سطح الأرض .. بسيطة فى أول الامر ، ثم تفاعلت جزيئاتها وتطورت ونعقدت ، وينابيع الطاقة قلبها ذات اليمين وذات اليسار ، وكأننا نحن أمام « طبخة » كونية هائلة تجرى على سطح الأرض وفي جوها لمئات الملايين من السنين ، حتى نضجت واستوت على هيئة جزيئات عملاقة تجمعت بدورها وتفاعلت ، وعلى نفسها اعتمدت فى اطلاق الطاقة ، وبها دارت آلية الحياة .. بطيئة فى أول الامر للغاية ، ثم أسرع معدلاتها شيئا فشيئا ، وانبثق من كل هذا الخلية الأولى التى أصبحت بمثابة « آدم » الخلايا .. لكنها لا زالت خلية بدائية ، وانقسمت وتكاثرت وتوزعت وتحملت كل الظروف القاسية التى كان يتعرض لها جو هذا الكوكب وسطحه ومائه - وبدأت عمليات التطور والصل والتهذيب فى جزيئات الحياة الورائية ، ولا زالت الأشعة بطاقتها المختلفة تلعب دورا أساسيا فى تحويل الخلايا من خلال معلوماتها الورائية الكيميائية ، وبهذه العملية المستمرة تنوعت الخلايا فى ميكروب واميبا ونبات وحيوان وإنسان ، ورغم أن الخلايا مختلفة فى الشكل وفى الوظيفة ، إلا أنها جميعا قد نشأت من خلية واحدة .. سواء كان ذلك فى الأرحام على هيئة خلية أولى ملفحة ، أو كان ذلك فى « رحم » الأرض عندما تمخضت عن بذرة الحياة ممثلة فى الخلية البدائية الأولى .

والواقع أن مثل هذه التفاعلات التى لعبت فيها الطاقات دور الوسيط بين الجزيئات ، ودفعتها الى سلسلة من الارتباطات الالكترونية - التى لن نتوقف أبدا على هذا الكوكب - يمكن اليوم محاكاتها فى معامل العلماء وتحت الظروف نفسها التى تعرضت لها الأرض منذ آلاف الملايين

**من السنين .. ومن أولى هذه التجارب ما قام به دكتور ميلفين كالين Melvin Calvin ومساعدوه في جامعة كاليفورنيا ،** ففي عام ١٩٥١ وجهوا الاشعاعات ذات الطاقات العالية الناتجة من أحد المفاعلات الذرية على وعاء به ماء وبانى اوكسيد الكربون ، وحصلوا من ذلك على كميات معقولة من الفورمالين وحامض الفورميك ، ويعنى هذا أن الطاقة قد حولت الجزيئات من صورتها غير العضوية الى صورتها العضوية ، ويعنى أكثر ان الفورمالين هو البداية التى يمكن ان يتخلق منها جزيئات سكر الجلوكوز ، وهذا السكر بدره هو وقود الحياة الذى تعتمد عليه معظم المخلوقات .

**وفي عام ١٩٥٣ قام ستانلى ميلر تحت اشراف دكتور هارولد يورى من جامعة شيكاغو** بحلط مركبات الميثان والامونيا وبخار الماء ( وهى المركبات الثلاثة البسيطة التى كانت - على الأرجح - سائدة فى جو الارض قبل أن تظهر عليها الحياة ) فى وعاء ندور فيه لتتلفى « جرمات » من الطاقة ناتجة من شرارات كهربيه تماثل التفريغ الذى يحدث فى الجو ليؤدى الى برق ورعد ، وبعد حوالي عشرة أيام قام ميلر بتحليل الخليط ، فوجد فيه جزيئات من مركبات عضوية شتى ، وكان من أهمها بعض الاحماض الامينية ، وهذه بمثابة اللبنات الكيميائية الاولى التى تترابط فى جزيئات اعقد ، فتؤدى الى تكوين البروتينات التى تهيم على عمليات الحياة فى الكائنات .

**ثم تتابع تجارب كثيرة على النمط ذاته ، مع اختلاف مصادر الطاقات وأنواعها ..** فمس طاقة حراريه الى فوق البنفسجية الى سينية .. الخ ، وتمخضت جميعها عن تكوين معظم الجزيئات التى تدخل فى تأسيس حياة الخلية .. وبهذا أخرجت الطاقة جزيئات المادة من « غفوتها » وخمولها ، واعطتها قوة دافعة ، لتشق طريقها عبر ألفى مليون عام حتى يومنا هذا ، ولكن بعد أن تغير جو هذا الكوكب تغيرا جوهريا من خلال جزيء حيوى استطاع أن يقتنص الطاقة الضوئية ، ويخترنها فى روابط اليكترونية بين مركبات كيميائية ، ويسلمها بعد ذلك لمعجلة الحياة لتدور بها قوية دافعة فى انسان وميكروب ونبات وحيوان ولمئات الملايين من السنوات الماضية ، وربما ايضا لمئات وآلاف الملايين من السنوات القادمة ، ولولا هذا الجزيء الفريد لبقيت الارض عقيمة ، ولاستمر غلافها الهوائى محتفظا بغازاته السامة والخنقة ، ولسارت فيها الحياة بدائية مشردة فى بضع انواع من الميكروبات التى يطيب لها الحياة فى جو لو اننا تعرضنا له لبضع دقائق ، لوضع حدا لحياتنا ، لكن هذا الجزيء الهام قد غير الامور لصالحنا .

فالى صورة اخرى من صور اقتناص الطاقة الشمسية ، لتتحول فى الكائنات الحية الى طاقات اخرى ، لها مع الخلايا دورات شتى .



### بطاريات حية دقيقة للطاقة انضوئية

ما كان لهذا الكوكب ان يعمر بنا أو بغيرنا لولم تنشأ عليه مصائد خاصة تستطيع ان تفتنص نررا - ولو يسيرا - من الطاقة الشمسية ، ونخترن بطريقة فعالة ، حتى لايضيع كل شيء فى الفضاء هباء ، فماذا يفيدنا نحن لو جاءت الاشعة الضوئية والحرارية لتنفذ الكوكب ، وترفع السحاب ، ونسقط الامطار ، ثم يضيع كل هذا دون أن نستفيد منه بما يكفى غذاء نملة أو صرصور ؟ .. لو أن ذلك قد حدث ، لما كان هناك هدف ، ولاصبح كل شيء عبثا فى عبث .

لكن الاسياء ظهرت بمواقيتها ، وكان لابد من تهيئة الجو المناسب ، والبيئة الصالحة لانتشار بطاريات شمسية على سطح هذا الكوكب ، ولتكون أدق واكفأ تصميم من « صنع الله الذى

أبقن كل شيء » ، لتسنم في أداء مهمتها دون حلق أو توقف طوال آلاف الملايين من السنين . وبهذا تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية هي التي تترابط بها جزيئات هذا الورق . وهى القوة المحركة التي ادارت الآلة فطبتعت هذا الكلام ، وهى التي حرك اصابع من جمع تلك الحروف ، ومن كتب اصولها ، وهى التي تحرك الآن ما يجرى في خلاياك لتفكر في معنى هذا المقال ، ويعرف شيئا من أسرار هذه الطاقات التي بدخل بصورة ، وتخرج بصورة أخرى .

ولكل شيء أساس ، ولكل خلق بداية .. والبداية يظهر بسيطه ، ثم يتطور مع الزمن الى الاكثاف والاحسن .. ولقد بدأت الجزيئات التي استطاعت ان تلتقط الطاقة الضوئية بدايتها البسيطة منذ اكثر من ١٥٠٠ مليون عام ، وهى ما نعرفها الآن باسم جزيئات الكلوروفيل Chlorophyll التي تضيف على النباتات لونها الاخضر ، ومنتشر في داخل بنات حية دقيقة بنظام خاص ، ولتصبح بمثابة بطاريات شمسية تعرف باسم البلاستيدات الخضراء Chloroplasts .. ولقد ظهرت اول ما ظهرت في الطحالب التي عاشت - وما تزال تعيش - في المياه العذبة والمالحة ، لتصبح بمثابة المراعى الخضراء للكائنات المائية الحيوانية التي تكاثرت وترعرعت وتنوعت وتطورت في عشرات الالوف من الانواع التي انقرض بعضها ، وصمد بعضها الآخر لظروف الحياة الصعبة ، ثم استمر في حياته ليكون لنا ولغيرنا لحما طريا غذاء للآكلين .

وتطورت الخلايا الطحلبية البسيطة الخضراء ، وتعقدت في أعشاب مائية ، وبعد مئات الملايين من السنين استطاع بعضها أن يهجر الماء ، ليعيش على الشاطئ ، وبه تكييف ونأقلم ، واخذ يهاجر على اليابسة من موقع الى موقع ، وبدأ وجه الارض الكالح يكتسى بالخضرة والمراعى والغابات ، وعليها ظهر طوفان من انواع الحيوانات ، وعلى مدى مئات الملايين من السنين دارت الحياة ببطارياتها ، واخذت تتناول كل عام بلايين الاطنان من مادة هذا الكوكب البسيطة الخام ، وتحولها الى حياة .. الحياة تعود الى الارض مية على هيئة خامات ، وفيها تتحلل بجيوش من الميكروبات ، وتمتصها جذور النبات ، وتعيد بناءها الى حياة .. الحياة الى خامات .. الخامات الى حياة .. وهكذا تكررت الدورة بلايين البلايين من المرات ، ولا زالت تتكرر حتى يومنا هذا .

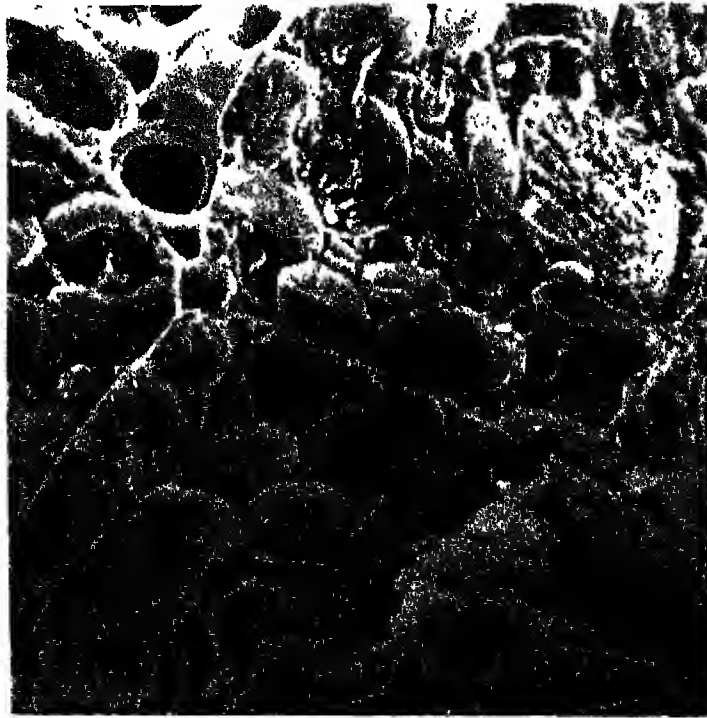
وبظهور هذه البطاريات الشمسية الطبيعية ( البلاستيدات الخضراء ) تغير جو الكوكب من صورته المختزلة Reducing Atmosphere التي لا تساعد على الحياة ( اللهم الا لبعض كائنات لاهوائية دقيقة ) الى صورته المؤكسدة التي نعرفها اليوم ( اى ظهور الاوكسجين ) ، فحيث بدأ جو هذا الكوكب - على الأرجح - بغازات الامونيا والميثان والايروجين وبحار الماء وربما كبريتيد الايدروجين ( وكلها غازات مميتة ) حدث فيه تغير تدريجى عندما بدأت النباتات الخضراء الدقيقة ( الطحالب ) تقوم بعملية التمثيل او البناء الضوئى Photosynthesis ، ومنها انطلق الاوكسجين شيئا فشيئا ، واكسد الغازات المختزلة فاختلفت رويدا رويدا ، ثم انطلق الى طبقات الجو العليا ليتلقى نياحة عن الجزيئات التي تحته وعن مخلوقات الارض تلك الطاقات الرهيبة التي تأتينا على هيئة اشعة فوق بنفسجية ، وعندما تقبلت جزيئات الاوكسجين صدماتها العاتية نشطتها وادخلتها في عمليات اتحاد وترايط ، لتتحول فيها نسبة من ذلك الغاز الحيوي الى غاز الازون ( ١٣ - ١٢ - اى دخلت ثلاث جزيئات من الاوكسجين اى في تكوين جزيئين من غاز الازون اى ) الذي ينتشر في طبقات الجو العليا حتى يومنا هذا كطبقة عازلة بين اشعاعات منهرة ، ومخلوقات حية .

وهكذا يتضح لنا هنا ايضا كيف نتعامل موجات الطاقة مع ذرات المادة وجزيئاتها لتفاعلات مختلفة تنشأ منها الحياة ، ولقد استفاد علماء الكيمياء من ظاهرة تنشيط الضوء للجزيئات

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

الكيميائية لتدفعها الى الدخول في عديد من التفاعلات ، ومن هنا أطلقوا على هذا الفرع من فروع علم الكيمياء اسم الكيمياء الضوئية Photochemistry ، ولا يهم ان كان الضوء هنا منظورا او غير منظور - اى يقع فيما وراء حدود ابصارنا مثل الاشعة فوق البنفسجية أو الاشعة تحت الحمراء .. الخ ، وكما جاءت الحياة ببطارياتها الشمسية الدقيقة الحية من قديم الازل لتقتنص الطاقة الضوئية وتحولها الى طاقة كيميائية مخزونة ، كذلك يجيء علماء الغيزياء ليستنبطوا الخلية الضوئية Photocell وهى التى تقوم باستقبال الطاقة الشمسية وتحولها الى طاقة كهربية أو حرارية أو أية صورة أخرى من صور الطاقة ، كما أنها - اى الخلية الضوئية - تستقبل أيضا الموجات الكهرومغناطيسية غير المنظورة لعيوننا ، وتتفاعل بها ومعها ، وتحدد لنا مالا نستطيع ان نحدده أو نشعر به ونراه .. لكن لا وجه للمقارنة بين ما صنعت عقولنا ، وبين ما صنع الله .

فالبطارية النباتية الدقيقة أو البلاستيدة الخضراء تبدو تحت عدسات المجهر الضوئى كأجسام بيضاوية أو عدسية صغيرة تتوزع في خلايا خاصة تعرف باسم الخلايا الخضراء Chlorenchyma ، وأحيانا ما نشاهد هذه الاجسام وهى تدور في الخلية مع مادة الحياة ، ثم وهى تتقلب لتستقبل الطاقة الضوئية على جوانبها المختلفة .. هذا ويبلغ طول كل قرص أو بطارية حوالى خمسة أجزاء من ألف جزء من المليمتر ، وسمكها ما بين جزئين الى ثلاثة أجزاء من ألف جزء من المليمتر ، وتحتوى الخلية النباتية على أعداد متفاوتة من هذه البطاريات الدقيقة الحية تتراوح ما بين ١٠ ، ١٠٠ بلاستيدة خضراء ( شكل ٢ ) .

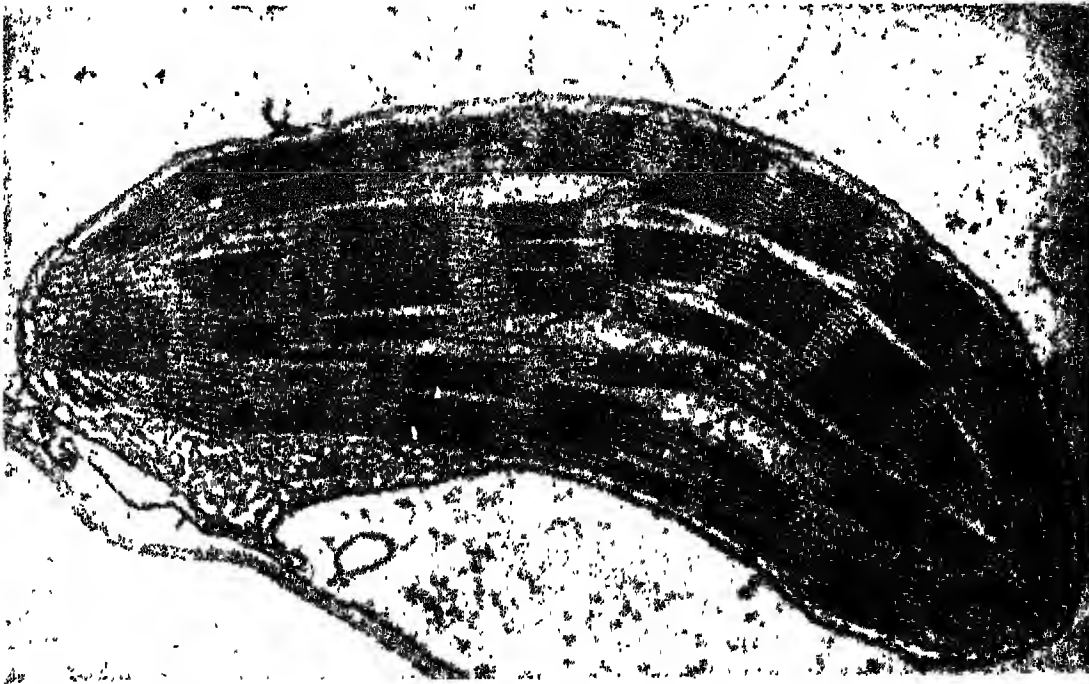


شكل ( ٢ )

قطاع في ورقة نبات كما يظهر مكبرا تحت عدسات الميكروسكوب وفيه تظهر البلاستيديات أو « بطارياتنا » الخضراء الحية ( الأجسام البيضاوية ) التى تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية لتبنى بها جزيئات الغذاء والكساء والدواء .. الخ .

ورغم أن هذه الاجسام الصغيرة تبدو بسيطة وهي تسبح في خلاياها ، ورغم أنها تقوم بعملها دون ضجة أو ضوضاء ، الا أن ظاهرها غير باطنها .. ففي داخلها بنايات جزيئية ، وتصميمات إلكترونية ، وتنظيمات هندسية باللغة الدقة والتعقيد حتى تنهياً لأعظم وأخطر عملية على سطح هذا الكوكب ، ولتكون الوسيط الحقيقى الذى يحول الضوء الى طاقة حياة تتجلى في كل الخلايا - من أول الميكروب الى الانسان .. ولقد أوضح لنا الميكروسكوب الالىكترونى جزءا كبيرا من التصميم الدقيق الذى قامت به هذه البطاريات وسارت في طريقها المرسوم لتمنح هذا الكوكب كنوزا من الطاقة المختزنة ، ثم تعاون علماء البيولوجيا والكيمياء التحليلية والحيوية والفيزياء البيولوجية Biophysics على التعمق في تحليل اجزاء تلك البطارية التى تقع فيما وراء حدود عيوننا الطبيعية « والصناعية » ( أى الميكروسكوب الضوئى والالىكترونى ) فإذا بنا نقف أمام عالم ملئ بالروعة والابداع ، ورغم أن عمر بحوثنا المضنية في هذه البطارية الحية ترجع الى عشرات السنين ، ورغم أن حصيلتنا العلمية منها هائلة ، الا أن كل أسرارها العميقة لم تتكشف لنا بعد ، اذ لو تكشفت ، لاستطعنا أن نحاكى الحياة في فكرتها ، ونسيطر على تحويل الطاقة الشمسية الى طعام للافواه الجائعة !

ويدون الدخول في التفاصيل التى تحتاج الى أساس عميق في علوم الفيزياء والبيولوجيا والكيمياء ، نستطيع أن نقول أن البلاستيده أو بطاريتنا الضوئية الحية بنائة صغيرة مستقلة من داخل بنائة أكبر ( أى الخلية ) .. لكن البنائة الاصغر تتكون بدورها من بنايات أدق ، وتصميمات اضعاف ، لتبدو أمامنا كطبقات أو صفائح لاستطيع الصورة أن توضح معالمها الدقيقة ، رغم أن قوة التكبير فيها تصل الى حوالى ٣٢ ألف مرة ( شكل ٣ ) .



شكل ( ٣ ) بلاستيده أو بطارية ضوئية حية كما تظهر في قطاع الميكروسكوب الالىكترونى على هيئة طبقات من فوق طبقات .. أو صفائح حية جد رقيقة تتكون من بنايات من داخل بنايات لكن التكبير ( حوالى ٢٥ ألف مرة ) لا يستطيع أن يظهر تفاصيلها الدقيقة .

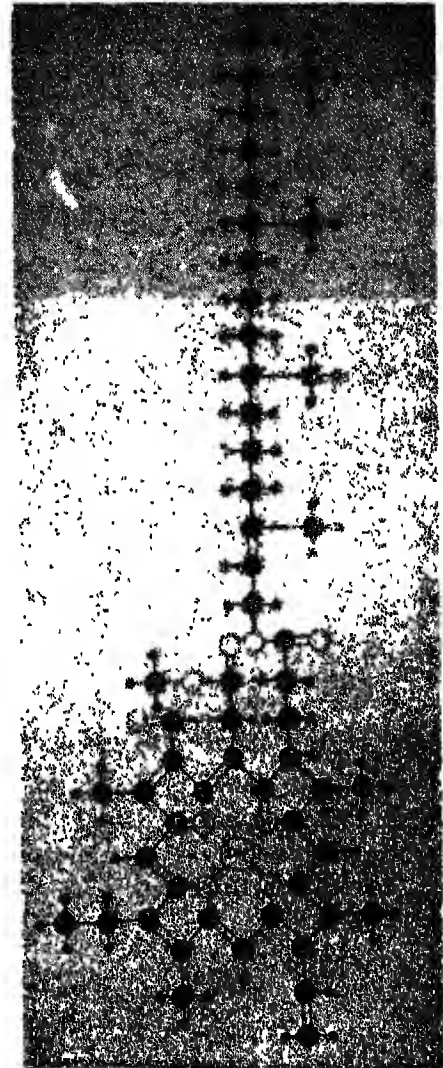
الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

ومع ذلك ، فلقد استطاع العلماء ان يلتفتوا صورا تصل قوة التكبير فيها الى أكثر من مائتى ألف مرة ، وعندما فحصوا تفاصيلها الدقيقة ، بين أن الصفائح بدورها ليست الا بنايات جزيئية عملاقة ( والوصف هنا نسبي ) تفاس أطوالها وسمكها بالانجستروم ( الانجستروم وحدة قياس ذرية وجزيئية تساوى جزءاً من عشرة ملايين جزء من المليمتر ) وفي هذه البنايات الذرية يتراعى لنا حقا جمال التنسيق ، وجلال البناء .. فجزيئات الكلوروفيل هي التي ستتعامل مع وحدات الطاقة الضوئية ، ولا بد من تصميم خاص على مستوى بناء الجزيء ذاته ، ثم انتظامه بعد ذلك في صفوف متراسة بين طبقات من بروتين ودهون ، الا اننا لم نستطع حتى الآن ان نتوصل الى معرفه التفاصيل الدقيقة لهذه البنايات الجزيئية ، ولماذا أخذت هذا الوضع ، او تراصت بهذا الترتيب .

فجزيء الكلوروفيل ( شكل ٤ ) يبدو امامنا وكأنما له رأس وذنب ، وتتمركز في الرأس ذرة ماغنسيوم ، وحولها بنائة ذرية تتكون من نيتروجين وكربون وايدروجين واوكسجين ..



شكل ( ٤ ) - هذا التنظيم الهندسي البديع نموذج لبنائة جزيئية تمثل جزيء الكلوروفيل المسنول عن أضخم عملية تتم على سطح هذا الكوكب « لاصطياد » الطاقة الضوئية لنطلق بها كل الكائنات الحية ( الجزيء يتكون من ذرات كربون تظهر كدوائر سوداء كبيرة ، وذرات ايدروجين كدوائر سوداء صغيرة ، وذرات أوكسجين كدوائر بيضاء ، وفي مركز « رأس » الجزيء ذرة ماغنسيوم Mg ، وحولها أربع ذرات نيتروجين N ) .



وحول نوى هذه الذرات تطوف اليكترونات في مدارات ذات مستويات محددة من الطاقه ، وعندما تسقط الطاقة الضوئية على ورقة نبات ، تنهمر الفوتونات او الكوانتا ذات الطاقات المختلفه على الاليكترونات التي تدور في مداراتها الثابته . وتتخلى لها الفوتونات عن طاقتها التي كانت بها تجرى ، ويحمل كل اليكترون الطاقة الى اصابعه حملا ثقيلًا ، وبها يقفز من مداره الى مدار اعلى واوسع ، وكانما هو يخرج من ضنكه الى فرج ، لكن ذلك الحمل الثقيل لن يستمر طويلا ، فبعد اقل من جزء من مائه مليون جزء من الثانية يعمر الاليكترون الذي « هاجر » ليعود الى موطنه او مداره الاصلى ، وفي اللحظة ذاتها يتخلى عن الطاقة التي استقبلها ، فتفزع هذه بدورها عليها تهرب ، لكن هذا التشييد المنظم قد صمم بطريقه فذة ليمنعها من الهرب ، والى هذه النقطة بالذات لانعرف يقينا ما يحدث بعد ذلك .. وكل ما نعرفه ان الطاقه تختفى فجأة في هذه الفترة الوجيزه للغاية والتي يطلق عليها فترة التفاعل الضوئى **Light Reaction** لتظهر في تفاعلات كيميائية تتم في الظلام **Dark Reaction** ، وتتحول الى روابط اليكترونية - غنية بالطاقة - في جزيئات خاصة اسمها ثلاثى فوسفات الادينوسين ، وعندما تفرغ هذه الجزيئات شحنتها ، ينكسر الرابط الاليكترونى ، ويتفكك الجزيء الى فوسفات ونائى فوسفات الادينوسين وطاقة متحررة ، ويعاد الثنائى الى البطارية الحية ويتحول الى ثلاثى ، وينطلق ليفرغ ، ويعود ليشحن .. وهكذا تتكرر عمليات الشحن والتفريغ ملايين الملايين من المرات في كل ثانية تمر من عمر ورقة نبات .. ومن وراء ذلك فوتونات ضوئية تثير اليكترونات في ذراتها ، فتقفز من مداراتها ، وتخلق بذلك - في تلك البطارية الدقيقة - تيارا اليكترونيا ضعيفا يترك جزيئات الكلوروفيل في ومضة خاطفة واليه يعود مرة اخرى .. وكانما نحن امام اصابع كتيرة غير منظورة تنهمر على اوتار آلة موسيقية ، ليخرج منها نغم له معنى .. وكذلك تعزف الطاقة مع المادة لحن الحياة ، ليخرج من ذلك غداء لبلايين البشر ، وملايين البلايين من الكائنات الاخرى التي تنتشر على هذا الكوكب !

والواقع ان النبات يستهلك في عملية البناء الضوئى غاز ثانى اوكسيد الكربون والماء ، وبالطاقة ينشق الماء الى شقين ، احدهما ايدروجين والآخر اوكسجين ، والغريب ان انشقاق الماء على هذه الصورة يحتاج الى درجة حرارة تصل الى حوالى ثلاثه آلاف درجة مئوية ، لكن بطاريتنا تقوم بهذا العمل العظيم دون ضجة او ضوضاء .. ويتصاعد الاوكسجين الى الهواء ، ويتجه الايدروجين الى غاز ثانى اوكسيد الكربون ليختزله ( اى يربح منه جزءا من اوكسيجينه ويحل محله ) . ومن خلال سلسلة من العمليات الكيميائية المعقدة - التي لاتستمر الا ثوان معدودة - نحصل على جزيئات سكر جاهزة ، بها طاقات مختزنة ، وقد تنطلق طاقتها بعد قليل ، او قد تختزن فيها للملايين السنين - كما هو الحال في الوقود الحفري الذى نستخلصه من باطن الارض على هيئة غازات طبيعية او فحم او بترول ، فعندما تحترق هذه بدورها ، فان ذلك يعنى أننا قد حررنا الطاقة الشمسية التي « اعتقلها » النبات في جزيئات كيميائية منذ عشرات او مئات الملايين من السنين ، واحتفظت بها الارض في باطنها ، حتى نأتى لنستخرجها ونعيدها سيرتها الاولى .. اى غاز ثانى اوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة ، لتعيد نباتات اليوم بناءها من جديد .

وبالرغم من ان النباتات الخضراء لاستهلك من الطاقة الشمسية الواصلة الى ارضنا الا حوالى ٢٤٪ ( ربع فى المائة فقط ) الا ان هذه النسبة الضئيلة تمثل لنا اعظم واكبر عملية انتاجية تتم على هذا الكوكب .. فالعالم النباتى **رابينوفيتش Rabinowitch** يقدر ان كل



وفي كتابه ((النبات)) يذكر دكتور فريتز ونت (( ان عملية التمثيل الضوئي اصخم عملية انتاجية وحيدة في العالم )) .. ثم يضيف (( واذا كانت العبارة السابقة مغاليا فيها ، فعلينا ان نتهمل قليلا لنرى ماذا يمكن ان تعنيه هذه العملية .. فبلغة الطاقة لايمكن ان يقارن بها شيء آخر ، فهي التي تدفع النباتات الخضراء لتنمو ، بداية من القمح والذرة في أوروبا ، الى القطن في مصر .. ومن النباتات اليافعة في الغابات المطيرة بأمريكا الجنوبية الى الحشائش النامية على سهول افريقيا وآسيا ، الى أشجار السيكويا الضخمة في كاليفورنيا .. وبلغة الإنتاج تبدو صناعات الانسان بجوارها شيئا نافها .. ففي كل عام تنتج مصانع الصلب حوالي ٣٥٠ مليون طن ، ومصانع الاسمنت ٣٢٥ مليون طن .. لكن انتاج النباتات الخضراء يصل الى ١٥٠.٠٠٠ مليون طن من السكر سنويا ، وكل هذا من عملية وحيدة لم يستطع احد ان يحاكيها في انابيب الاختبار حتى الآن ، فالواقع ان عملية التمثيل الضوئي عملية بدانا بالكاد نفهم اسرارها !

هذا ويقدر بعض العلماء أن نباتات هذا الكوكب ( في اليابسة والمحيطات ) تقوم بمساعدة الطاقة الشمسية على تحويل او بناء ٥٥٠ ألف مليون طن من غاز ثاني أوكسيد الكربون مع حوالى ٤٥٠ ألف مليون طن من الماء ، لتتحول الى مادة عضوية تصل كتلتها الى حوالى ٣٧٥ ألف مليون طن ( على هيئة سكر ) ، ومعها حوالى ٤٠٠ ألف مليون طن من غاز الأوكسجين الذى ينطلق فى الهواء .. وتكرر هذه العملية عاما فى اثر عام كما تكررت قبل ذلك منذ مئات الملايين من السنين !

ولا شك ان النباتات الخضراء بمثابة مصانع حيوية تعيش على ادارة آلية الحياة فيها بواسطة جزيئات الكلوروفيل ( وجزيئات أخرى ملونة كالكاروتين ) المشيدة في بطاريات لتمدد كل ما على هذا الكوكب من كائنات أخرى بما تحتاج اليه من طعام . . وكلما سعى الانسان الى زيادة الرقعة الخضراء ، فان ذلك يعنى مزيدا من هذه المصانع الحية المنتجة للغذاء والدواء والعطور والكساء . .  
النخ ، لسكان ارض يتزايد عددهم عاما بعد عام .

## طاقات مختزنة

وعملية البناء الضوئي في النبات ، أو تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيميائية قد استمرت على هذا الكوكب مئات الملايين من السنين ، وكانت الطاقة تنتقل من نبات الى حيوان الى ميكروب الى نبات الى حيوان الى ميكروب ، وهكذا .. فعندما يموت الحيوان والنبات يعودان الى الارض ، فتعيش عليهما الميكروبات ، وتستخلص الطاقة ، وبها تتكاثر ، وتحيل ركام الحياة الى عناصر ومركبات بسيطة وغازات ، ليعيد النبات بناءها من جديد ، الا أن نسبة ضئيلة جدا من البقايا النباتية والحيوانية قد تهافت لها ظروفا خاصة ، واصبحت بمنأى عن نشاط الميكروبات ،

ثم دفنتها الأرض بين طبقاتها على هيئة حفريات غازية وصلبة وسائلة ، وهو ما نطلق عليه اسم **الوقود الحفري Fossil Fuels** الذى يشكل الآن مخزونا هائلا تصل كمية الكربون فيه الى أكثر من ٥٠ ضعفا من الكربون الموجود فى كل الكائنات الحية على سطح هذا الكوكب .

ففي جوف الأرض تكمن جبال من الفحم النباتى والحيوانى تصل الى حوالى ٥٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ طن ، لم يستهلك منها حتى الآن سوى ٢٥٪ ، وبحار من البترول نستخرج منها فى أيامنا الحاضرة ما يقرب من ١٣.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ برميل سنويا ، وتزيد هذه الكمية بنسبة ٧٪ كل عام ، وهذا يعنى ان ما يحصل عليه الانسان سوف يتضاعف كل عشرة أعوام ، ومع ذلك فلا يزال لدينا مخزون يصل الى أكثر من ١٥٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ برميل ، لم نستهلك منه فى كل السنين الماضية الا حوالى ٢.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ برميل ( أى حوالى ١٣٪ فقط من المخزون ) ، ومن الغازات الطبيعية ما يقرب من ١.٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ قدم مكعب ( أى ١٠ كوادر بليون ) ، لم نستهلك منها الا ١٥٪ . وقد تزيد هذه التقديرات عندما يتوصل الانسان الى اكتشاف منابع جديدة باستخدام وسائل الرصد الحديثة .

**والواقع ان عملية تحويل الكائنات الميتة الى وقود عضوى عملية بطيئة جدا \* ، لكن أعطها عمرا ، تعطيك كميات هائلة من مصادر الطاقة تقدر ببلايين البلايين من السعور الحرارية او الكيلو واط او الوحدات الحرارية البريطانية او القدرات الحصانية ، او غير ذلك من قوى دافعة لحضارتنا الحالية التى تتبع أساسا من بقايا طاقة شمسية اصطادتها النباتات القديمة ، وعاشت عليها الحيوانات القديمة كذلك ، وحفظتها الأرض فى طياتها من التحلل حتى جئنا أخيرا لنستخرجها بعد عشرات ومئات الملايين من السنين على هيئة جزيئات مشحونة بطاقات .**



### **(( دينامو )) الطاقة البيولوجية : الميتوكوندريون**

الحياة التى تسرى فى داخلنا ، كالحياة التى تجرى حولنا .. انها اخذ وعطاء .. هدم وبناء .. ارتباط وانفصال .. اكسدة واختزال .. تبسيط وتعقيد .. فقد اليكترونات أو تقبلها ، اضافة أو كسجين أو دخول ايدروجين .. الخ .

والواقع ان عمليات الحياة تقوم أساسا على أمرين رئيسيين : اكسدة واختزال .. فالاكسدة تعنى ارتباط ذرة من أوكسجين أو أكثر بأحد المركبات ؛ لكنها تعنى أيضا أن تفقد الذرة أو الجزيء اليكترونا أو أكثر .. فالإيدروجين مثلا ذرة متعادلة ، لأنها تتكون من نواة بها بروتون يحمل شحنة كهربية موجبة ، ويدور حولها اليكترون يحمل شحنة كهربية سالبة ، وهذه تساوى تلك تماما ، ومن أجل هذا كان التعادل .. فإذا فقدت ذرة الأيدروجين اليكترونها السالب اكتسبت صفة الايجابية وكتبها هكذا : يد + ( أى أيون ايدروجين موجب لأنه فقد الشق السالب ) ، وإذا فقدت ذرة الحديد المتعادلة اليكترونين نكتبها هكذا : ح ++ ، وإذا فقدت ثالثا أصبحت ح +++ ، وإذا عادت اليها اليكتروناتها الثلاثة المفقودة بشحنات ثلاث سالبة ، فان هذه تطمس تلك ، وتعود الى ذرة حديد متعادلة « ح » ( رمز الحديد الكيميائى ) .

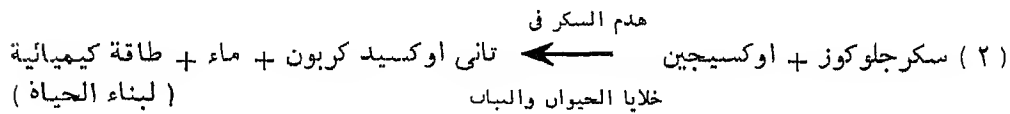
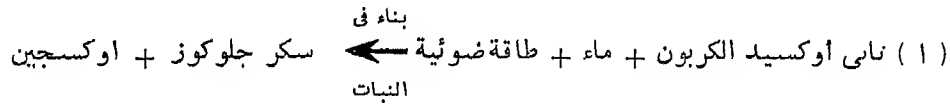
\* **الواقع ان هذه العملية لاتزال سارية حتى اليوم ، ويقال انه يتكون منها سنويا حوالي مليون برميل من الكائنات البحرية فقط التى تسقط الى القاع ، وتقع تحت ظروف مناسبة لتحفظها من التحلل .**

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومتابعتها

فعملية البناء والنمو في الكائنات الحية تحتاج الى طاقة .. والنبات يستخلص طاقته الأساسية من الأشعة الشمسية ، وبها يتسحق جريثانه ، ولا بد أن يستهلك جزءا منها في عمليات البناء والترميم والنمو والتنفس .. الخ والباقي يختزبه في سماره وبدوره وسيقانه وجذوره . ويأتى الانسان والحيوان ليسطو على مخزون النبات ، ولكى يسنفد من الطاقة الحبيسة في الجزئيات ، فلا بد من وجود مرفق يحرقها أو يؤكسدها لكى تتفك الروابط وينطلق ما حبس فيها من طاقات ، وكلما كان الاحتراق كاملا ، كانت الطاقة الناجية ذات كفاءة عالية ( لأنها بذلك ستفيد من نكفك أكبر عدد ممكن من الروابط الالكترونية ) .

وكما جاءت البلاستيدات الخضراء في النبات كبطاريات دقيقة لتعتقل الطاقة ، جاءت أيضا الميتوكوندريا Mitochondria في كل الكائنات الحية - من نبات وحيوان - لتحرر الطاقة في عمليات احتراق يلعب فيها الاوكسجين دورا هاما . فكما أن آلات الاحتراق والافران لا تشتعل بدون هواء يغذيها ( الاوكسجين هو الاساس ) ، كذلك لن تشتعل جذوة الحياة في المخلوقات بدون عملية تنفس تدخل فيها الاوكسجين ، كبداية ، وبخروج على هيئة نانى أوكسيد الكربون كنهاية ، ثم يصبح ثانى أوكسيد الكربون في النبات كبداية ، والاوكسجين كنهاية .. أى ان البداية والنهاية لدوران في دورات لا تتوقف أبدا ، ولو توقفت لانت الحياة الى نهايه اكيدة .

فحيث يستفيد النبات بغاز ثانى أوكسيد الكربون والماء والطاقة الشمسية في عمليات بناء الجزئيات العضوية ، كان لا بد أن ينتج معها « الشعلة » الخفية التى تحرقها وتؤكسدها ونهدمها ، ثم تعيدها سيرتها الاولى .. أى غاز ثانى أوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة كيميائية يستفيد بها الكائن الحى في حياته .. وعلى هذا الاساس كانت هناك دورتان متلازمتان ، يمكن التعبير عنهما بمعادلتين أساسيتين مبسطتين :



والواقع أننا نستطيع ان نحرق كيلو جراما من السكر ، ليتحول الى دخان وبخار ماء ، وطاقة حرارية ، وكلما كان الاحتراق تاما وكاملا ، فان الدخان يختفى ، ويحل محله ثانى أوكسيد الكربون . وتنطلق طاقة أكبر ، لكننا لا نستطيع ان نستفيد بهذه الطاقة بالكفاءة ذاتها التي صممها الحياة من أجل كائناتها .. فمن المبادئ المعروفة ، والمميزات المطلوبة في أية آلة من الآلات ان تستفيد من الطاقة المتحررة بأعلى كفاءة ممكنة ، ولهذا فان الانسان لم يتوقف عن السعي لاتقان تصميماته ، وتطوير آلاته ليستفيد بأكبر قدر من الطاقة ، ومع التقدم الكبير الذى وصلنا اليه في هذا المضمار ، فاننا لم نستطع ان نتوصل الى ما وصلت اليه كفاءة الآلة الدقيقة التي تدير الخلية الحية .. فالنسيج .. فالعضو .. فالكائن الحى .. انسانا كان ذلك أو حيوانا أو نباتا .. فرغم اختلاف الكائنات شكلا وطبيعة وتكوينها الا انها نشترك جميعا في وحدة واحدة .. هى وحدة الخلية .. ورغم اختلاف الخلايا كذلك من حيث الحجم والوظيفة والشكل ، الا انها تشترك في مرافق أساسية .. ومن هذه المرافق مرفق الطاقة ، او الدينامو الذى يستخلصها من السكر ، ويشحن

بها بطاريات جزيئية أدق ، ونعرفه باسم الميتوكوندريون أو محطة القوى الخلوية التي تنتشر بالعشرات والمئات في كل خلية من الخلايا . وبكفاءة نفوق كل ما نعرفه عن اطلاق الطاقات في اختراعات الانسان وتصميماته .

ومرافق الطاقة أو الميتوكوندريا - وهى كلمة يونانية من شقين : **ميتوس Mitos** بمعنى خيط ، و**كوندروس Chondros** بمعنى حبيبة ، أى الخيوط الحبيبية - قد لوحظت لأول مرة تحت عدسات المجهر كأجسام دقيقة ، لكن أحدا لم يعرف سر وجودها ولا أهميتها الا بعد مزيد من الدراسات والفحص بالمجاهر الاليكترونية . . وعندئذ وضحت الصورة البديعة لهذا البناء الذى لا يقل اثارة عن بناء البلاستيدات في النبات . . لكن لكل منهما تصميمها وهدفها محددا لينبأ لا صفقات الطاقة .

والواقع ان الحياة لا تحابى أحدا ولا تجامله . . فالكل سواسية فيما يحصلون عليه من طاقات ، ولهذا جاءت التصميمات لتساير ظروف الخلايا . . لا مستوى المخلوقات . ومع ان اشكال محطات القوى مختلفة ، وأحجامها متفاوتة ، وتفصيلها متباينة ( شكل ٥ ) الا ان الفكرة فيها جميعا واحدة ووقودها واحد ، ونفايات احتراقها واحدة ، فاذا دفعنا الى « أفران » الحياة بالخامة المناسبة على هيئة سكر ، فانها تتناوله فى سلسلة من عمليات الأكسدة أو الاحتراق التى حيرت بأسرارها العلماء ردحا طويلا من الزمان .



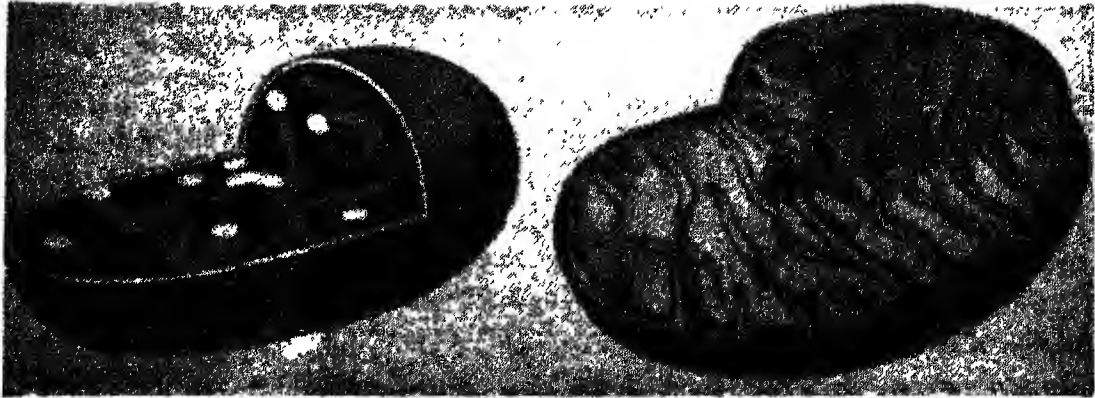
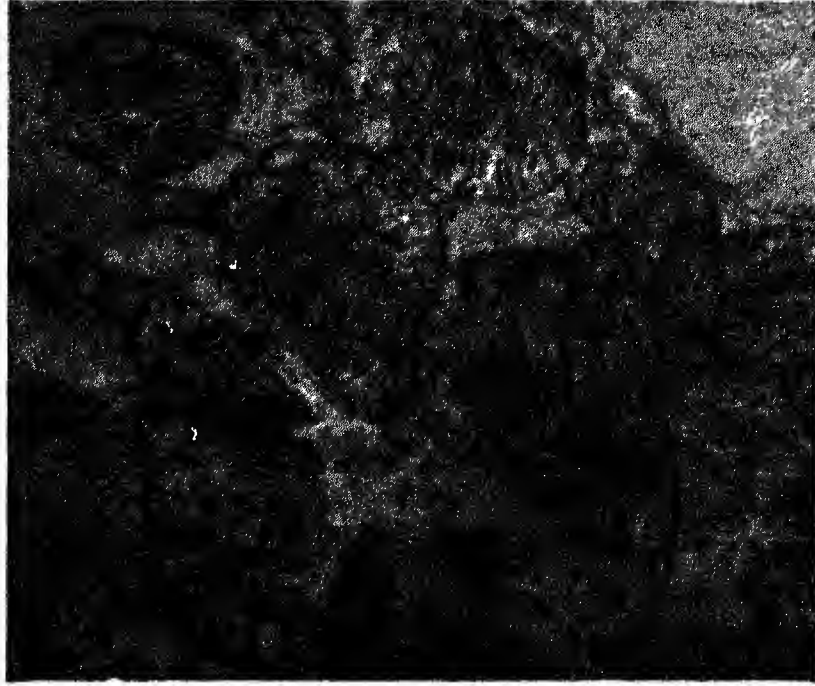
شكل ٥

شكل ( ٥ ) رسم توفيقى لطرازات عديدة من الميتوكوندريا أو محطات استخلاص الطاقة البيولوجية الدقيقة كما كشفت عنها الدراسات فى الخلايا المختلفة ( لاحظ أن الميتوكوندريون ) الذى يزدهم بالأغذية أو خطوط التنفيل الخاصة بهدم السكر يوجد فى الخلايا التى تتطلب ينبوها كبيرا من الطاقة مثل خلايا عضلات القلب ) .

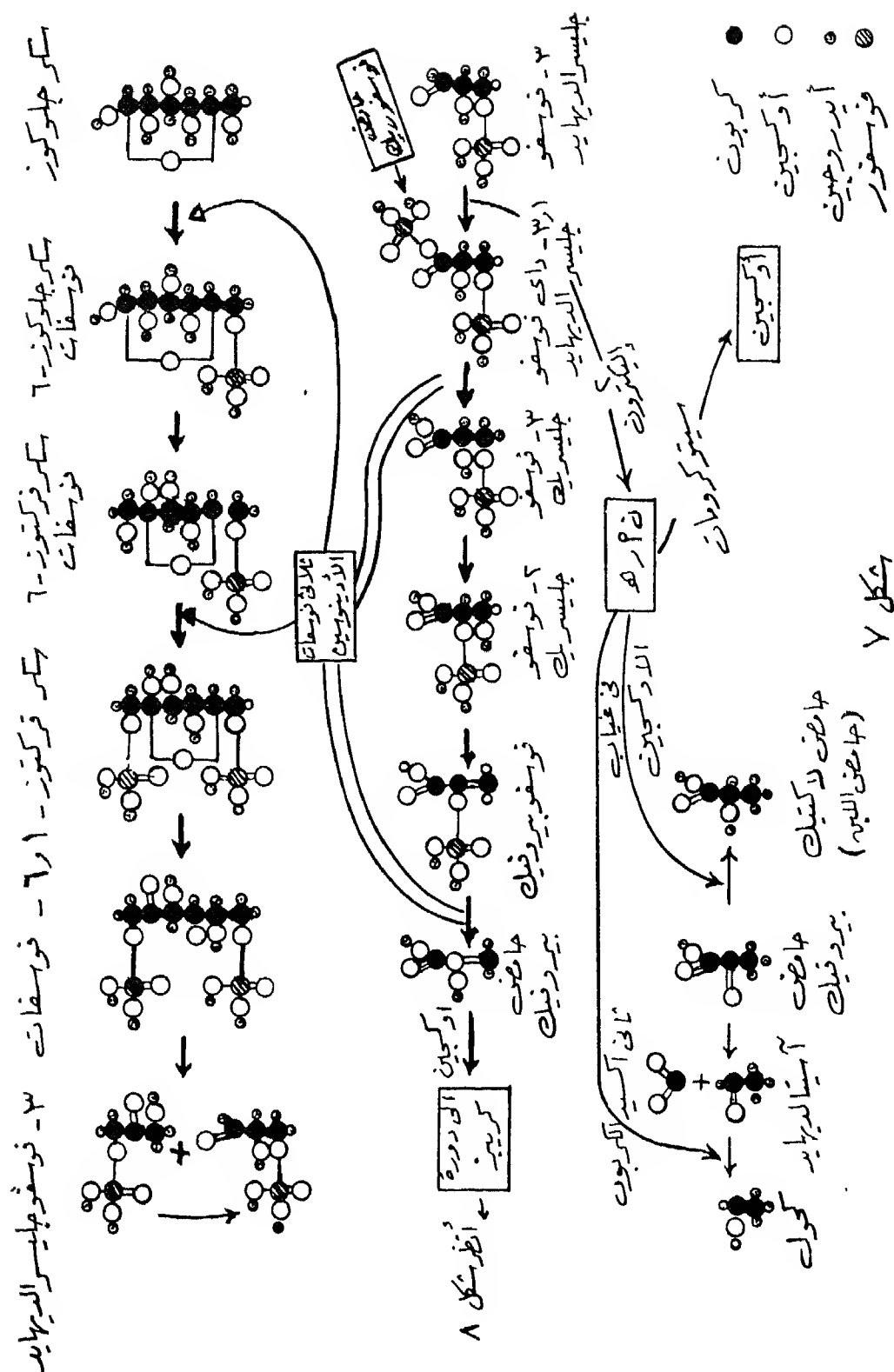
**لكن يجدر بنا أن نتعرض باختصار لتكوين الميتوكوندريا ..** ففي التصميمات الدائرية أو البيضاوية يتراوح قطر الواحدة منها بين ٠.٢-١ ميكرون ، ويصل طولها في التصميمات الخيطية ما بين ١-٧ ميكرون ( الميكرون جزء من ألف جزء من المليمتر ) .. وتحيط كل محطة قوى نفسها بسورين رقيقين ، شيدا بطريقة خاصة لا زالت تثير جدلا ونقاشا بين العلماء ، هذا ويبلغ سمك كل سور حوالى ٧ ميللى ميكرون ( جزء من مليون جزء من المليمتر ) ، وتفصلهما مسافة تقدر بحوالى ٦ ميللى ميكرون ، وفى حين يبدو السور الخارجى أملس القوام ، مستقيم البناء ، نرى السور الداخلى يتعرج وينحنى فى اثثناءات داخلية قد تمتد وتتفرع لمسافات طويلة حتى تستفيد من الفراغات الداخلية قدر المستطاع ( شكل ٦ ) .. لكن الذى يحدد ذلك هو العبء الواقع على هذه المحطات فى طلب المزيد من الطاقة ( مثل خلايا عضلات القلب ) .. وعلى هذه الجدر أو الأسوار الداخلية الرقيقة تتراص جيوش هائلة من الجزيئات المتخصصة فى « حلب » الطاقة من مصادرها فى سلسلة من الخطوات الكيميائية التى تتم فى دفعات متلاحقة ، كأنما نحن نعود مرة أخرى الى خطوط التشغيل فى المصانع الكبرى ، حيث يقف العمال المتخصصون فى انجاز أعمال محددة فى السلعة المنتجة .. أو كأنما نقف كذلك أمام البلاستيدات الخضراء وهى تحتزن الطاقة فى جزيئات ، لكن العملية هنا معكوسة ، لأن الميتوكوندريون يتناول سكر الجلوكوز - الذى ربطته بطاريات الحياة وشحنته بالطاقة - ويقوم بتفكيكه فى خطوات متتابعة كذلك .

يعنى هذا أن محطات القوة البيولوجية فى الخلايا لا تحرق وقود الحياة كما يحدث ذلك فى الافران والآلات لتنتج حرارة ، تمتصها جزيئات ، فتكسبها طاقات ، لتدفع بها آلات .. فتلك فى الواقع أفكار بدائية جدا اذا ما قورنت بالفكرة التى تقوم عليها أعمدة التشغيل فى الميتوكوندريا ، اذ لو اشتغلت الحياة بنفس الفكرة التى يعمدها عليها المهندسون فى تشغيل آلاتهم ، لاحتقرت المخلوقات وتفحمت .. صحيح أن « العادم » من وقود الحياة ووقود الآلات واحد ( ثانى أوكسيد كربون وبخار ماء وطاقة ) ، الا ان الهدف الاساسى من انتاج الطاقة ليس بغرض تسخين الخلية او تنشيطها بطاقة حرارية ، او لتوليد غاز وبخار لدفع مكبس ميكروسكوبى لادارة آلية الحياة .. بل هى اعظم من ذلك وأجل .

لكننا لا نستطيع أن نتعرض هنا للتفاصيل البيولوجية التى تؤدى الى انتاج الطاقة ، ولا للتنظيم الذى تتواجد عليه البنيات الجزيئية المسؤولة عن ذلك ، لأن هذا يحتاج الى صفحات كثيرة ، أضف الى ذلك أن الموضوع لا يزال بزخربتها وأسرار لم تكتشف بعد ، لكن يكفى ان نذكر ان الروابط الكيميائية التى جاءت بهاجزيئات الطعام التى تناولناها على هيئة سكريات ونشويات ودهون وبروتينات .. الخ ، وبالهضم تحللت الى وحداتها الأولية البسيطة - اى سكر الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز .. الخ والاحماض الامينية والعضوية والدهنية البسيطة - سوف تتوجه مع تيارات الدم الى الخلايا ، ومن الخلايا الى محطات القوى .. وفى محطات القوى تتناولها ( السكر هو الوقود المفضل للحياة ) الخمائر او الانزيمات المتنوعة والمتخصصة بمساعدة جزيئات أخرى تعرف باسم الانزيمات المرافقة او المساعدة Coenzymes والتي يقف معها أيضا فى ساحة العمليات جزيئات تعرف باسم مستقبيلات الاليكترونات وما تحتها ( مثل مركبات تعرف باسم فلافين ادينين واى نيوكليوتيد FAD ، ونيكوتيناميد ادينين واى نيوكليوتيد NAD وسيتوكروم ١ ، ب ، ج .. الخ ) ، ومع هذه وتلك تقف جزيئات بروتينية وسيطة فى ادارة مرفق الطاقة ، او تهيئة السكر وادخاله الى « فرن » الحياة بطراز آخر .. وباختصار ، فنحن نقف امام عالم مثير فيه من الابداع والتنظيم ما تتوه فيه العقول .



شكل ( ٦ ) في الصورة العليا قطاع رقيق في خلية حية وهي تبدو هنا مزدحمة بعدد من الميتوكوندريا كما يوضحها لنا الميكروسكوب الاليكتروني ، وفي الصورة السفلى نموذجان مختلفان لنوعين من الميتوكوندريا ، فالذى الى اليمين ذو تشعبات تشبه الطرفان ، والذي الى اليسار من النوع الانبوبى المندخل ليشغل حيزا كبيرا .

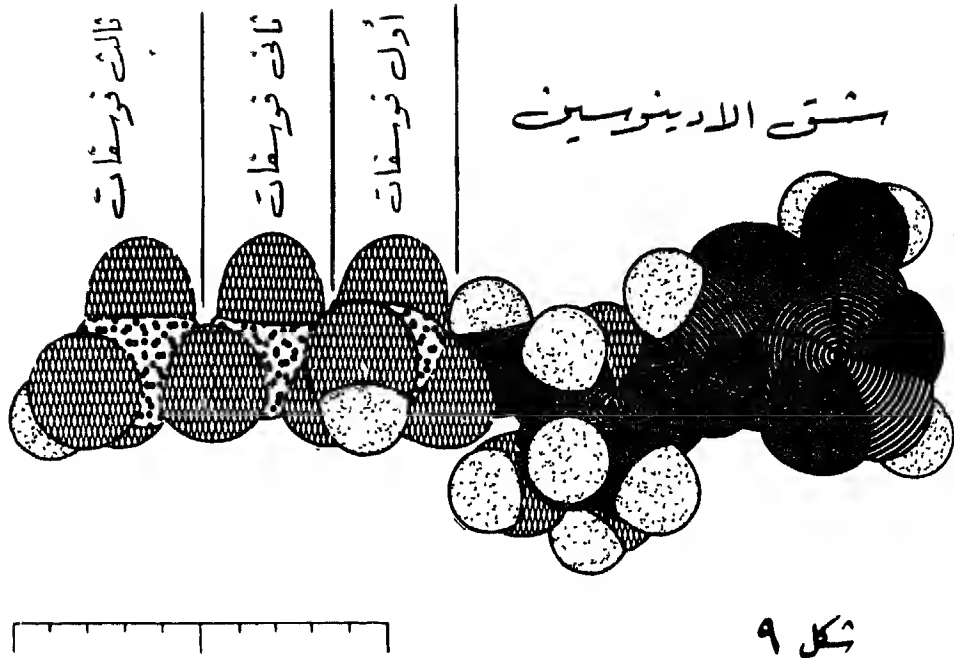


شكل ( ٧ ) في هذه الدورة يدخل جزئ الجلوكوز على خطوط تشغيل كيميائية خاصة ، حيث تتناوله آلية الحياة في سلسلة من التفاعلات التي قد لا تهتم كثيرا ، لكننا قدمنا لك هنا نموذجا من هذه الهندسة الجزيئية لتلقى عليها نظرة خاطفة لترى فيها جزءا ضئيلا من ابداع الحياة ، وما خفي كان اعظم . . وينتهى تعظيم الجزئ حتى حامض اسمه بيروفيك ، ومن هنا تسير العملية في طريقين : طريق تخمير في غياب الأوكسجين حيث يتحول الحامض الى حامض لاكتيك وقد يتجمع في عضلاتنا ويسبب فيها وجعا ، او قد يتحول الى كحول كما في الخبيرة . . وفي وجود الأوكسجين يسير في دورة اخرى موضحة بشكل ٨ .





الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها



شكل ( ٩ ) نموذج لجزيء ثلاثي فوسفات الأدينوسين وهو بمثابة العملة الموحدة للطاقة في كل الكائنات الحية من أول الميكروب حتى الإنسان .. لاحظ أن يسار الجزيء يتكون من ثلاث روابط فوسفورية .. أقصاها يسارا هو اعتناها بالطاقة ، ولهذا ينشئ كثنى فوسفات ويحمل بطاقته بواسطة جزيئات وسيطة حيث يرتبط بطاقته العالية مع جزيئات أخرى تحتاجها لتنشط وتدخل في سلسلة من التفاعلات .. والواقع أن هذا الجزيء يشحن في مولدات الطاقة باستمرار ، ويفرغ شحنته للمعاملات التي تحتاج طاقة ويعود ليشحن .. وهكذا .

### أين ينهب كل هذا الطعام ؟

وكما تقوم الحياة على عمليات بناء تتبعها عمليات هدم ، كذلك سارت المخلوقات على أساس أن هناك آكلًا وماكولًا ، وكل من أكل سوف يؤكل بعد حين ، ومن وراء ذلك سعي دائم من المخلوق للحصول على مصدر من طاقة يقيم بها أود حياته .

فالإنسان يتناول يوميا - في المتوسط - ثلاث وجبات من الطعام ، وقد يبلغ من العمر مائة عام ، ولو استفاد بكل ما أكل ، لبلغ من الوزن أطنانا ، ولجأوز الانسجار طولا . . لكن ذلك لا يحدث بطبيعة الحال ، فمعظم الكائنات الحية يتوقف نموها بعد فترات تختلف من مخلوق الى مخلوق ، وفي مرحلة النمو تجرى فيه عمليات البناء والهدم ، ولا بد أن تكون الاولى اكبر من الثانية ، والا لما زاد في الوزن . . وبعد أن يتوقف النمو ، يثبت وزن المخلوق عادة ، رغم انه لا يزال يتناول يوميا عدة كيلو جرامات ما بين طعام وشراب . . بعضه يستفيد به في عمليات الترميم والبناء والتجديد في مرافق خلاياه ، والجزء الاكبر يستهلكه كوقود يشعل به جذوة الحياة ، ويستخلص الطاقة من عملية اكسدة واختزال تجرى في جسمه ليل نهار ، ومن اجل هذا كان على الانسان البالغ ان يستنشق كل عام ما بين اثني عشر الفا الى اربعة عشر ألف لتر من الهواء ، او بمعدل خمسة ملايين لتر في العام الواحد ! . . ورغم أن الهواء بمعايرنا أرخص ما في الوجود ، الا انه بمعايير الحياة أغلى ما فيها ، فتوقف التنفس لمدة ثلاث دقائق وعدم امداد خلايا المخ بتموينها العاجل من الاوكسجين ، يصيبها بضرر بالغ ، بحيث قد يؤدي هذا في أغلب الاحيان الى ان يفقد المخ سيطرته على الاجهزة الحيوية في الجسم ، فتتوقف الحياة . . وتلك نتيجة طبيعية لعدم تحرير الطاقة اللازمة لهذه الخلايا الثمينة ، ومن هنا كانت هي أهم ما يعتمد عليه المخلوق لتطلق فيه شرارة الحياة .

وكل المخلوقات التي تعيش على هذا الكوكب تستهلك كميات هائلة من الاوكسجين ( عدا قلة قليلة من ميكروبات لاهوائية ) ، وهذا يعنى فقدا هائلا في المادة العضوية التي تحصل عليها وتهضمها وتمتص من عناصرها خيرة ما فيها ، ثم تحرق منها نسبة كبيرة كي تحرر طاقتها ، وبها تنشط وتكد وتعيش لتلتهم وتبني وتهدم . . والغاية المثلى من كل هذا هو الحصول على طاقة بيولوجية تمنحها الحياة ، ومن هنا كان الدافع الازلي الذي سيطر على كل المخلوقات لتأكل وتؤكل . .

لكن الأمور ستتضح اكثر عندما نتعرض لاقتصاديات الطاقة وهي تنتقل من كائن الى آخر بداية من طحلب دقيق يعيش في مياه البحار الى انسان يجلس الى مائدة ليتناول وجبة من سمك . . فلكي يحصل على مائة جرام صافية من سمك التونة مثلا ، ويتناولها كطعام ، فانه لا يستفيد منها الا بحوالي عشرة جرامات ، والباقي يذهب على هيئة نفايات واستهلاك لكى يحصل على الطاقة . . لكنه قد لا يدرك أن هذه الكمية الصغيرة من سمك التونة ، والكمية الاصغر التي استفاد بها في ترميم وبناء خلاياه قد جاءت أساسا من ألف كيلو جرام من « المراعى » البحرية الدقيقة التي تتواجد في الماء على هيئة طحالب ، وتحصل على طاقتها من الاشعة الشمسية ، وبها تبني مادتها الحية ، ومع عمليات البناء تسير عمليات الهدم ، والهدم ينبع أساسا من عمليات الاكسدة ، وهذه تعنى تنفسا ، والتنفس قد يستهلك ٩٠٪ من المادة الحية لهذه الكائنات ، لكن ذلك أمر حيوى لاطلاق الطاقات .

ولو تركت الطحالب لتتكاثر بدون حساب ، لاستنفذت معظم العناصر الحيوية في مياه البحار والمحيطات ، وكان لا بد أن نؤكل ، لتسير في رحلة طويلة ، ونأتى كائنات حيوانية دقيقة لتأكلها ، وتفكك روابط جزيئاتها ، وبحصل على الطاقة المخزونة فيها ، وبها تنمو وتتكاثر لتصبح وجبة غذائية لحيوانات قشرية صغيرة ( كبراغيث الماء ) . فهذه تعيش على الطحالب او على الحيوانات الاولية بما أكلت ، فتبنى القليل ، وتهضم - للحصول على الطاقة - الكثير ، ثم تأتى الاسماك الصغيرة ، لتأكل الحيوانات القشرية بما أكلت ، وعلى نفس الوتيرة تسير كما سار غيرها من قبل ، ثم تأتى الاسماك الكبيرة ، لتأكل الصغيرة بما أكلت .. ونأتى نحن في النهاية لنصطاد الاسماك الكبيرة التي كونت لحمها من كل كائن اكل ماقبلها .. وفى كل الحالات يستهلك الاكل الكثير من المأكول ، لأن الهدم هو العملية السائدة ، ولا بد ان يكون الامر كذلك ، فلا بناء بدون طاقة ، ولا طاقة بدون هدم .

هذا ويضيف س . م . م . يونسج في بحث منشور بعنوان « الغذاء من البحر » - الى ما سبق ان ذكرناه - أن ما نحصل عليه من البحار والمحيطات كثرة سمكية صالحة كطعام يصل الى حوالى ٤٠ مليون طن في العام ، لكن الثروة الاصلية تصل سنويا الى ألف مليون طن ، وهذه قد استهلكت حوالى مائة ألف مليون طن من الطحالب التى تتكون كل عام بمساعدة الطاقة الضوئية في عملية التمثيل الكلوروفيلى .. أى أن الاستفادة الحقيقية لا تتجاوز ١٪ ، والباقي يستخدم في انتاج الطاقة ، أو يخرج على هيئة نفايات .

وهكذا يتضح لنا أن الحياة تعيش على حياة أخرى ، مهما كان شكلها وحجمها ونوعها ودرجتها في كادر المخاوقات ، ولا بد - والحال كذلك - أن يكون العرض أكثر من الطلب .. أى أن يكون المأكول أكثر من الأكل ، حتى لا يحدث الخل ، ولا بد من وضع أسس انتاجية سليمة ، والا لتحولت المخاوقات الى كائنات هزيلة .. فالطاقة هي التى تحدد مستوى الكائنات ما بين قوة وضعف ، تماما كما تحدد ذلك ايضا على مستوى الدول .

وجاء الحل بسيطا ، وكان الانتاج به وفيرا ، وسار على هيئة هرمية .. فعلى مخلوقات القاعدة الهرمية ان تتكاثر بسرعة كبيرة ، وعلى التى تحتل القمة ان تحد من نسلها ، حتى يتوازن الهدم مع البناء .. أو الطاقة مع المادة الحية .

فالنباتات بكل أنواعها - سواء كانت طحالب مائية أو محاصيل ارضية أو اشجارا في غابة أو بستان ، أو حشائش برية لرعى الحيوان - هى قاعدة الهرم ، ولهذا كان حتما مقضيا ان تتكاثر الطحالب الدقيقة بسرعة رهبة لتنتج بلايين فوق بلايين من أطنان المادة الحية لتكفى الملايين التى تعلوها وتعيش عليها ، وهذه لا بد ان تتكاثر بدرجة اقل حتى تجد ما تبنى به أجسامها ، وما يكفى لمنحها طاقتها .. ثم نصل الهرم مع الكائنات درجة فدرجة ، فنتقابل مع الاسماك الصغيرة التى تعيش على ما هو اصفر منها وتأكله بما أكل ، ثم يأتى السمك الكبير ليأكل السمك الصغير او غيره من كائنات اصفر بما أكلت ، ولا بد من وجود موازين بيولوجية تتحكم في العرض والطلب ، وقد تتأرجح الموازين لتدل على شيء من خلل لكن الخل لا يدوم طويلا ، ولا بد أن يعود التوازن من جديد !



### من طاقة ضوئية .. الى كيميائية .. الى اليكترونية .. الى امخاخنا !

اذا كانت البلاستيدات الخضراء والمونة قدشيدت في النباتات لتستقبل الطاقة الضوئية ، وتحولها الى نبضات كهربية ، لتربط بطاقتها جزيئات كيميائية ، وتخزن في روابطها الطاقة المناسبة ، فان فكرة التصميم ذاته قد سيدت في عيوننا .. لكن مع الاختلاف بين النتيجة التي تتمخض عنها الطاقة الضوئية في العين والبلاستيدة .

**ان الضوء هو المؤثر ، والعين هو الوسيلة ، والمخ هو الغاية ..** فبدون ضوء فلن ترى العين شيئاً ، وبدون العين فلن يكون للضوء فائدة ، وبدون مراكز ابصار في المخ سليمة ، فلن يكون للضوء والعين قيمة .. ولا بد - والحال كذلك - أن تكون الوسائل التي نرى بها عالمنا متكاملة ، فكم من عيون سليمة كانت لا ترى شيئاً ، لأن مراكز الابصار في المخ قد صارت عقيمة .

لكننا لا نرى العالم المجسد امامنا باشكاله والوانه واختلافاته من خلال ضوء ينعكس منه الى عيوننا ، نم الى مراكز الابصار في امخاخنا ، اذ ليست الامور بمثل هذه البساطة ، بل سيطر عليها احداث عظيمة ، وتنظيمات فريدة ، حتى يمكن تحويل الطاقة الضوئية الى صورة أخرى تناسب التصميم البديع الذي جاءت به عيوننا وامخاخنا وما يربط بينها من « كابلات » عصبية تسرى خلالها نبضات اليكترونية .

ولقد اوضحت التجارب الكثيرة التي بدأت منذ عام ١٨٧٧ على أن الطاقة الضوئية تتحول الى طاقة كهروكيميائية .. وكان آخر هذه التجارب المثيرة تلك التي قام بها كل من **د. هيويل ، ت . ويزل** من جامعة جون هوبكنز ، فلقد استطاعا تسجيل الاثر الضوئي الذي ينتفل من عيوننا الى امخاخنا ، وذلك عن طريق زرع قطب كهربي على هيئة سلك رقيق للغاية من ذلك النوع الذي يستطيع ان يخترق خلية عصبية دقيقة ، ويسجل احداثها الداخلية ، ثم أوصل السلك المزروع - في مركز ابصار قط - الى جهاز اليكتروني حساس ، متصل بدوره بجهاز آخر لتسجيل شدة النبضات ، تم بجهاز ثالث على هيئة مكبر للصوت .. وعندما اطلقا امام عيني القط شعاعا من ضوء ، سجل الجهاز اهتزازات خاصة ، واطلق مكبر الصوت همسات ضعيفة .. وهذا يعني أن الطاقة الضوئية قد أحدثت تفاعلا كيميائيا ، تحول بدوره الى طاقة كيميائية ، وهذه انتقلت عبر « الاسلاك » العصبية على هيئة نبضات اليكترونية تأثرت بها الاجهزة وسجلتها ، وسمعتها الاذن البشرية وأمنت عليها .

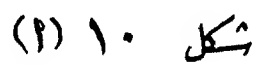
والذين يصورون العين على انها جهاز حي يشبه آلة التصوير الفوتوغرافي لم يبتعدوا كثيرا عن الحقيقة ، لكن شتان بين التصميمات البديعة التي جاءت بها عيوننا وبين تصميم آلات البشر ، صحيح ان الفكرة واحدة ، اى تحويل الطاقة الضوئية على الفيلم الحساس الى طاقة كيميائية تحدث تغييرا في نوعية جزيئات الفيلم ، وصحيح أن الشيء نفسه يحدث على « فيلم » العين او شبكيتها .. الا انها ليست جزيئات كيميائية موزعة على ورق حساس لتطبع صورة ، وينتهي الامر ، بل من وراء ذلك جيش متكامل ومتفاهم من تركيبات دقيقة تعرف كيف تستقبل هونونات الضوء بتردداتها المختلفة ، وتستجيب لها ، وتتأثر بها ، وتحولها الى نبضات كهربية ذات درجات متفاوتة ، ثم تصبها في كابلات عصبية ، وبها تهتز ، وتنتقل « الشفرة » السرية الى

« الهيئة الخلوية » المكلفة بحل ملايين البلايين مر الرموز الواصلة في الثانية الواحدة ، و سرجمها الى صور والوان وأبعاد وحركة ومناظر نفرح بها ، اوكتشُب منها ، ونفزع لها .. الخ .. لكن كيف النرجمة ؟ .. وما هي اسرارها ؟ .. ذلك لغز كبير لم يتوصل احد الى أبعاده العميقة ، وكل ما قيل فيه لا يخرج عن نظريات واجتهادات !

وشبكية العين دقيقة البناء، رقيقة السمك اذ لا يزيد سمكها عن نصف ملليمتر ، وفيها شيدت طبقات من فوق طبقات ، اهمها تكوينات دقيقة تعرف باسم مستقبلات الضوء Photoreceptors ( شكل ١١٠ ، ب ) . في كل عين من عيوننا منها مايقرب من ١٣٠ مليون مستقبل ، وهذه تنقسم الى نوعين : المخروطى وله منها حوالى خمسة ملايين ، والاسطوانى وله منها حوالى ١٢٥ مليوناً ، ومن هذه المستقبلات يمتد « كابل » عصبى دقيق يحتوى على حوالى مليون ليفة عصبية بصرية ، وبها يتجه الى مركز الابصار فى المخ ( هناك فى الواقع مركزان ) .. ولقد تخصصت المستقبلات الضوئية المخروطية اساسا لالتقاط الصور نهارا وبالوانها المختلفة ، فى حين ان الاسطوانية تستقبل فوتونات الضوء الخافت ليلا ( مثل ضوء القمر والنجوم ) ، لكنها لا تستطيع أن تميز الالوان كرفيقاتها ، هذا ومما يستحق الذكر هنا أن عيون الحيوانات الليلية مثل الضفادع والبوم والخفافيش .. الخ . مزودة أساسا بالمستقبلات الاسطوانية لتلائم حياة الظلام .

وكما كان للنبات جزئياته الخضراء ( الكلوروفيل ) والملونة ( كاروتينات Carotenes ) كذلك جاءت العين بجزئيات أخرى تعرف باسم الاصباغ البصرية .. منها مثلا صبغة «رودوبسين» Rhodopsin التى تتكون من بروتين « أوبسين » Opsin المرتبط باحدى مشتقات فيتامين أ والمعروف باسم ريتينين Retenine ، وهذا بدوره من عائلة الكاروتينات التى تضاف على النبات لونا أصفر فاتحا أو أصفر برتقاليا أو احمر أو قرمزيا، وتتواجد أيضا مع جزئيات الكلوروفيل ، وتؤدي معه دورا مساعدا فى عملية التمثيل الضوئى ، لكن لون الكلوروفيل يحجب لونها ويتغلب عليه ، ولهذا لا نستطيع اكتشافها بالعين ، والمعروف ان نبات الجزر الاصفر يحتوى على نسبة كبيرة من هذه الاصباغ ، ولكنها تنتشر أيضا فى بعض الاسماء والازبد ( اللون الاصفر فيه ) والبيض .. الخ ، ومن المعروف كذلك ان العشى الليلي ( أو عدم القدرة على الرؤية بوضوح فى الليل ) يرجع الى نقص فيتامين أ ، لأن هذا الفيتامين يتحول بعملية اختزالية الى الريتينين الذى يدخل فى تكوين الاصباغ المستقبل للضوء - كما سبق ان ذكرنا .

وعندما تصطدم الكوانتا أو فوتونات الضوء العادى بصبغة الرودوبسين ، فانها تنشق الى شقين : أوبسين وريتينين ، وسرعان ما يعودان الى الالتحام ، لينشقا ويلتحما ، وتنطلق العملية بسرعة رهبة بمساعدة انزيمات ومستقبلات للاليكترونات ومناحات لها .. الخ ، الا ان هناك رأيا آخر يقول بأن جزىء الريتينين يتماسك برابط اليكترونى مع شقه الآخر ، بحيث تنتظم صفوفه بطريقة خاصة يمكن تشبيهها بغطاء موضوع على عدسة ، ولكى ينفذ الضوء من العدسة ، فلا بد من شيء يريح الغطاء جانبا ، ولكى يحدث ذلك ، فلا بد من طاقة تبذل ، ولكن الامر يتم مع جزئيات الريتينين فى حدود أجزاء من مليون جزء من الثانية ، فعندما تسقط

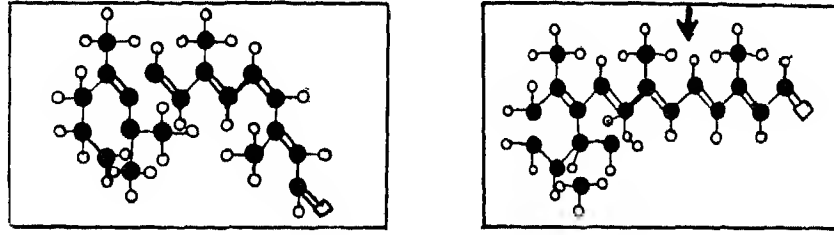


04



شكل ١٠ (ب) .. صورة أخذت من تحت عدسات الميكروسكوب  
لمستقبلات الطاقة الضوئية في العين .. لاحظ التركيب  
الأسطوانى والتركيب المخروطى المدبب ( التى فى صدر الصورة  
مخروطية لكنها ملتوية من أثر تضيق الشريحة ، إلا أن هناك  
مستقبلا مخروطيا معتدلا فى الركن الأيمن من الصورة ) .

الفوتونات وتركز جانبا محددا من الجزيء ، فانها تزيح جانبا ، وتسمح بنفاذ مواد كيميائية خاصة لتزيد من طاقة مستقبلات الضوء بحيث تساعد على توليد نبضة كهربية ( شكل ١١ ) .



• أوكسين

• أيرودوبسين

• كربون

## شكل ١١

شكل ( ١١ ) نموذج كيميائي لجزيء الريتين الذي يتأثر بالطاقة الضوئية .. هذا وتذكر بعض النظريات أنه يفصل عن جزيء بروتيني ويعود للاتحام به ، وعندئذ تتولد طاقة كهروكيميائية .. الا أن هذا النموذج يوضح أن فوتون الضوء يركله ( حيث يشير السهم ) فيجعله ينشئ ويفسح مجالا للمواد الكيميائية التفاعلة بالدخول من الثغرة ليتولد من تفاعلها طاقة كهروكيميائية ، ثم ينخلص الجزيء من الطاقة في لحظة خاطفة ويعود الى استقامته الى أن يتقبل ركله أخرى من فوتون آخر فينشئ .. وهكذا .

وايا كانت التعليلات والنظريات ، فلا أحد يعرف على وجه الدقة كيف تتولد النبضة الكهربائية المناسبة لتنتقل الى مركز الابصار .. صحيح ان هناك طاقة ضوئية تتحول الى طاقة كيميائية تؤدي الى طاقة كهربية تنتقل على هيئة نبضات خاصة ، لكن ماهي الخطوات والفاعلات والانظمة والترتيبات التي تشرف وتوجه وتهيمن على ساحة العمليات .. فذلك سر كبير ، واكبر منه وأعظم سر مركز الابصار وهو يفك رموز النبضات الواصلة كالطوفان أولا بأول ، ويحوّلها الى صور واللون ومفاتيح طبيعية يترأى لنا فيها الله ويتجلى ، فيصبح ملء السمع والبصر لقوم يفقهون !

ولا شك اننا نرى عالمنا من خلال موجات وترددات ذات طاقات متباينة ، وهي التي تحدد لنا الالوان بدرجاتها ، فانت مثلا عندما ترى الاخضر أخضراً ، فان ذلك يعنى أن الشيء الذي عكس هذا اللون الى عينيك قد امتص كل فوتونات الضوء المنظور ، وعكس أخريات ذات تردد محدد ، وتقع في نطاق موجات طولها حوالي ٥٢٥ مللي ميكرون ، وموجات بهذا الطول تعنى فوتونات او كوانتا ذات طاقات خاصة ، تتخلّى عنها لمستقبلات الموجات في عيوننا ، وتحدث فيها بضات الكترونية تتوقف شدتها على كمية الطاقة التي دخلت بها الفوتونات ، وفي الحال يفك مركز الابصار في امخاها شفرة النبضات الواصلة ، ويبعث في اللحظة ذاتها بالنتيجة التي تشير الى ان الموجات التي دخلت كانت لشيء اخضر ، ومع ذلك فالظاهر شيء ، والباطن شيء آخر مختلف ، وكان لابد من اطلاق المسميات والصفات لتحديد ببساطة مظهر عالمنا كما نراه - لا كما يراه غيرنا .



يعني هذا ايضا ان هناك مخلوقات على هذا الكوكب تستطيع ان ترى عالمها من خلال موجات الاشعة فوق البنفسجية ، وهى موجات لم تهيا مراكز الابصار فينا لفك شفراتها ( وان كانت عيوننا قد تستقبلها احيانا ) ، الا ان بعض الحشرات مثلا تستطيع ان ترى في موجات تصل اطوالها الى ٣٦٠ ميللى ميكرون ، واقصر موجة نستجيب نحن لها لاتقل عن ٤٠٠ ميللى ميكرون ، وتلك هى حدود فوتونات الاشعة البنفسجية ، وعندما تقصر الموجات عن هذه الحدود ، فاننا ندخل بذلك في حدود الاشعة فوق البنفسجية ، ولها قد تهيات عيون الحشرات ، فتصبح فيها مبصرة ، ونكون نحن كالعريان ، كما ان بعض انواع الحيات يستطيع ان يرى عالمه في ظلام دامس ( بالنسبة لنا ) من خلال الاشعة تحت الحمراء ، فلو أن فأرا كان على مسافة ١٥ سنتيمترا من حية معصوبة العينين ، فانها تستطيع ان تحدد مكانه تماما من خلال نقرتين متخصصتين في استقبال الاشعة الحرارية ( تحت الحمراء ) حتى ولو كان الفرق في درجة الحرارة لايتجاوز ثلاثة أجزاء من ألف جزء من الدرجة المئوية !

والواقع أن جهاز الابصار الذى يستطيع ان يصنف موجات عالمه ليس الا معجزة عظيمة من معجزات الخلق .. فهناك طرز ثلاثة من مستقبلات ضوء النهار ، ولكل طراز منها حدود خاصة ، ليستقبل ويتعامل مع موجات لا يستطيع غيره ان يتجاوب معها ، ويتفاعل بها

فالطراز « ١ » يتعامل مع موجات تقع أطوالها في حدود ٤٥٠ مللى ميكرون ( الطيف الازرق البنفسجي )

والطراز « ب » يتعامل مع موجات تقع أطوالها في حدود ٥٢٥ مللى ميكرون ( الطيف الاخضر الداكن )

والطراز « ج » يتعامل مع موجات تقع أطوالها في حدود ٥٥٥ مللى ميكرون ( الاصفر الفامق )

وكل طراز من هذه الطرز يستطيع ان يحس بفوتونات ثلاثة أطياف مختلفة ، ويمزج بينها ، ومن هذا التداخل يمكن للعين البشرية الحادة البصر ان تميز ٢٥٠ لونا نقيا بداية من الاحمر والبرتقالى والاصفر والاخضر والازرق والبنفسجى ( بدرجات متفاوتة من سيث هى داكنة أو باهتة ) .. بالإضافة الى امكانها التمييز بين ١٧ ألف لون مختلط وناتج من التباديل والتوافيق بين هذه الاطياف ، زيادة على حوالى ٣٠٠ درجة من الدرجات التي يمتزج بها الابيض مع الاسود لتعطينا الوانا منها داكنة او فاتحة على حسب النسبة بين هذا وذاك ، وهذا يعنى في النهاية ان العين البشرية تستطيع ان تميز بين خمسة ملايين درجة ظلالية من درجات الالوان المختلفة التى يرخر بها عالمها « صنع الله الذى أتقن كل شيء » !

وهكذا تلعب موجات الطاقة مع عيوننا ومراكز ابصارنا لعبتها المثيرة ، لترينا عالما المادى بكل ما فيه من صور والوان لانكاد نحصيها عدا .

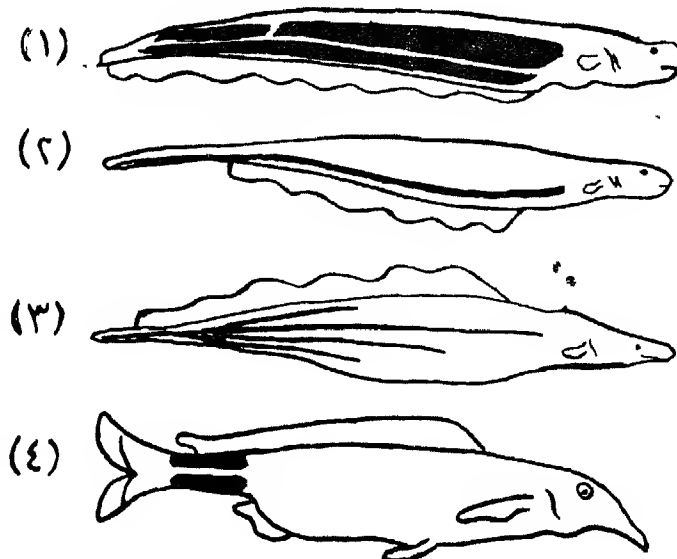


### احذر الفولت العالي في تلك المخلوقات !

وقبل أن يظهر الانسان على هذا الكوكب بعشرات الملايين ، سبقته عليه مخلوقات غريبة استخدمت الطاقة الكهربائية في عمليات الصيد والدفاع وسبل الاتصالات فيما بينها ، ولا زالت هذه الكائنات تعيش معنا حتى اليوم لتقدم لنا صورة مثيرة من صور الطاقة البيولوجية ذات

القولت العالى الذى قد يقتل انسانا أو ثورا أو حصانا ، ولقد جاءنا نبأها على الآتار التى تركها قدماء المصريين ، وذكروا قصة سمكة نيلية كانت نصيبهم برعدة مفاجئة تهز أجسامهم هذا ، فلا يملكون الا ان يتركوها لتذهب الى حال سبيلها ، ولم يدرك القدماء وقتها شيئا عن سر الكهرباء ، ولم يعرفوا ان الرعدة قد جاءت من تفريغ كهربى مفاجئ قد يصيب الانسان بالشلل ، ولا زالت هذه السمكة موجودة حتى يومنا هذا ( ولقد تعرض كاتب هذه الدراسة وهو صبى الى عملية تفريغ فر بعدها خائفا صارخا ، وسمعت من الناس وقتها اننى قد أمسكت « بالرعاد » - لانه يسبب فى الجسم رعدة ) وتعرف باسم السلور أو الرعاد أو السمكة القط Cat Fish : كما ذكر الاغريق والرومان شيئا عن الظاهرة نفسها لسمكة بحرية تعرف باسم الراى Ray Fish أو سمكة الطوربيد Torpedo ، و اضافوا انهم كانوا يستخدمون تلك « القوى الخفية » فى علاج بعض الامراض !

والواقع ان بطاريات الشحن الكهربائية تتواجد اساسا فى الكائنات المائية، ويختلف جهدها الكهربى من نوع الى نوع آخر ، ويتوقف ذلك بطبيعة الحال على حجم السمكة ، وعلى تصميم بطارياتها وكفاءتها واتسامها .. فمنها الصغير الذى تصل فروق الجهد فى بطارياتها ما بين ٣-١ فولت ، ومنها ما يصل الى حوالى ٥٠ فولتا كما هو الحال فى سمك الطوربيد البحرى ، او قد يرتفع الى ٤٥٠ فولتا فى سمك الرعاد النيلى الكبير الحجم ، وتبلغ قمة الجهد الكهربى منتهاها فى ثعبان السمك الذى يعيش فى مياه الانهار العذبة بامريكا الجنوبية حيث يتراوح ما بين ٥٠٠ - ٨٠٠ فولت ، ويقال ان التفريغ الكهربى المفاجئ لهذه الشحنة لو أصابت انسانا ، فانها قد تضع حدا لحياته ، واحيانا قد تقتل حصانا ! (شكل ١٢)



شكل ١٢

شكل ( ١٢ ) اربعة انواع من الاسماك الكهربيه التى تفرغ شحنتها ثم تعاود شحن بطارياتها الحية بكميات مختلفة من الطاقة الكهربيه ( ١ ) ثعبان السمك الكهربى ( ٢ ) سمكة المدية بامريكا الجنوبية ( ٣ ) سمكة المدية الافريقية ( ٤ ) سمكة انف الفيل والخطوط السوداء توضح حجم البطاريات واماكن انتشارها .

وتتوزع بطاريات الشحن الكهربى فى اجسام هذه الكائنات بطرق مختلفة ، فقد تتركز عند ذيل الحيوان ( كما فى سمك الطوربيد ) ، او قد تلتف حول جسمه من خلف الرأس حتى فى الزعنفتين الخلفيتين ( كما فى الرعاد ) ، او قد تمتد بطول الجسم من الرأس حتى الذيل كما فى تعبان السمك الكهربى Electric eel الذى قد يصل وزن بطارياته الى حوالى ٥٨ ٪ من وزن جسمه ، وتتكون فيه من أعمدة تحتوى على وحدات شحن يتراوح عددها ما بين ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ وحدة ، قوة كل وحدة حوالى عشر فولت أو أكثر قليلا ، وفيها تلعب تركيزات ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والايونات العضوية الاخرى الدور الاساسى فى توليد الطاقة الكهربيه وتخزينها فى البطاريات ، والواقع ان هذه الفكرة ذاتها نتواجدها فى خلايانا العصبية ، وبها بولد تيارا ضعيفا للغاية ، لكنه مناسب تماما للغرض ، وبه تتفاهم الخلايا ، ومن خلاله تنتقل الاشارات العصبية من الجسم الى المخ أو بالعكس ، او من خلية فى المخ الى جاراتها ، لكننا لانحتاج فى أدمغتنا او اجسامنا لبطاريات مشحونة كما يحتاجها مثلا الثعبان الكهربى ، فالعقل عندنا أهم من كل ما فى الكون من عوالم خافية وظاهرة ، فيدون عقل ، فلن يكون للكون معنى ، لكن البطاريات فى حياة هذه المخلوقات أهم لديها من أمخاخها البدائية .. ولكل خلق ما يناسبه .

وعندما يضطر الكائن الحى لعملية تفريغ الشحنة من وحدات البطاريات المتراسة ، فان « مفتاحها » موجود هناك فى الجهاز العصبى المركزى ، وعندما يبعث بالامر على هيئة نبضة اليكترونية ، فما أسرع ما تستجيب لها ، وتفريغ جميعها دفعة واحدة ، وقد تصل شدة التيار الى نصف أمبير ، والشحنة الى ٦٠٠ فولت فى حالة تعبان السمك الكهربى . الا ان الامر كله يتم فى وقت قصير جدا ، ولا يمكث لأكثر من عدة أجزاء من ألف جزء من الثانية ، لكن بالامكان ان تضيق بها مصباحا كهربيا اذا ما اوصلنا سلكيه السالب والموجب عند رأس الثعبان وعند ذيله ، وبعد التفريغ مباشرة تبدأ عملية الشحن من جديد ، لتصبح البطاريات على أهبة الاستعداد للانطلاق كلما دعت الحاجة الى ذلك .

ولقد كان الظن السائد ان الكائنات التى تمتلك مثل هذه المولدات الكهربائية الحية تستخدمها فى عمليات الصيد أو الدفاع عن النفس ، لكن الامر يزداد غموضا عندما نتعرض لانواع اخرى من الاسماك التى لايزيد الجهد الكهربى فيها عن فولتين أو ثلاثة ، فهذا - فى الواقع - لا يعتبر شيئا مذكورا حتى ولو تضاعف عشر مرات ، فعشرون أو ثلاثون فولتا لا تشل كائنا ولا تخيفه .. فلماذا اذن جاءت هذه الكائنات بشيء لانفع فيه ولا ضرر ؟ .. وهل يمكن ان نعتبره من قبيل تحصيل الحاصل ؟

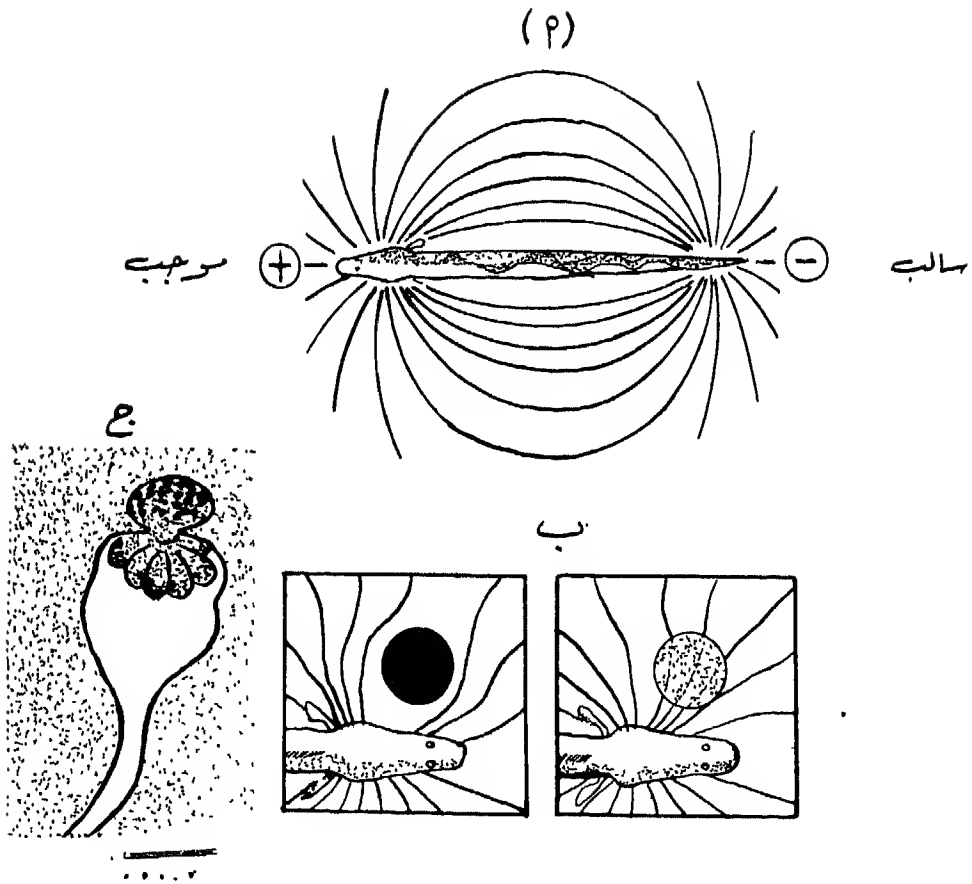
ليس فى الواقع كذلك .. فعندما امام العلماء اللثام عن سر هذه الكائنات منذ وقت قريب ، وجدنا أنفسنا امام أفكار وتصميمات واساليب تكنولوجية قد سبقتنا بها تلك المخاوقات منذ عشرات الملايين من السنين ، ولابد - والجال كذلك - ان نعيد تقييم اختراعاتنا وافكارنا ، لنعرف انه « لاجديد تحت الشمس » - كما يقولون !

فبينما كان عالم الحيوان **دكتور هـ. ليزمان** من جامعة اكسفورد يستقبل قاربا فى احدئى مداخل المياه بالقارة الافريقية ، وجد سمكة يبلغ طولها حوالى متر ونصف متر وتعرف باسم

سمكة المديّة Knife Fish ، وبينما كانت المسافة بينها وبينه لا تزيد عن نصف متر ، أمسك بيده قضيباً مغناطيسياً قوياً على هيئة حذوة الحصان، ووضع فوق السمكة بالقرب من سطح الماء ، وهنا حدث شيء مثير ، فلقد انجذبت السمكة بقوة خفية ، وجاءت برأسها تحت المجال المغناطيسي تماماً ، وعندئذ بدأ ليزمان في تحريك المغناطيس يمنة ويسرة ، فتحرّكت السمكة معه في الاتجاه ذاته وكأنما قد أصبحت سحينة تلك القوى الجديدة التي تنتشر حول ذلك المغناطيس في مجال محدد ، هذا وتحدث تلك الظاهرة مع أنواع أخرى من سمكة المديّة ( حوالى مائة نوع ) التي تسكن مياه أمريكا اللاتينية وأفريقيا ، ومع أنواع من سمكة الفيل الأفريقية ( حوالى مائة نوع ) .

لكن الشيء الغريب حقاً أن هذه الأسماك لا تتوقف لحظة واحدة عن إطلاق نبضاتها الأليكترونية ، وكأنما قد أصبحت بمثابة القلوب التي نبض في صدورنا ليل نهار ، إلا أن نبضات تلك المخلوقات تختلف في النوع والكم ، فحيث تنخفض نبضات بعض الأنواع بمعدل نبضتين في الثانية الواحدة ، نجد على النقيض من ذلك أنواعاً أخرى يصل معدلها إلى ١٨٠٠ نبضة في الثانية ، وبين هذه وتلك توجد أنواع تتردد فيها النبضات بال عشرات والمئات لكل ثانية من زمن ٠.٠ والغريب كذلك أن حساسية هذه الأسماك للمجالات الكهربائية التي تطلقها حولها حساسية تفوق تصوراتنا ، إذ يبدو أنها تمتلك حاسة لا تمتلكها المخلوقات الأخرى ( حاسة كهربية Electric Sense ) وبها تستطيع أن تكتشف تغيراً في النبضات قد يصل إلى حوالى ٠.٣ من الميكروفولت لكل مسافة تقدر بسنتيمتر واحد ( أى ثلاثة أجزاء من مائة مليون جزء من الفولت ) ، وإلى شدة في التيار الكهربى تقع في حدود ٠.٤ ميكرو أمبير لكل واحد سنتيمتر . ( أى أربعة أجزاء من مائة مليون جزء من الأمبير ) !

والحديث عن هذا الموضوع سيطول ، لكن يكفي أن نذكر أن الحياة كانت كريمة جداً في أفكارها ، وقدمت لنا مثلاً حياً لأنواع من المخلوقات تستخدم طاقتها الكهربائية لشحن بطارياتها ، ثم إطلاق نبضات اليكترونية تحيطها بمجالات خاصة ، فإذا دخل في هذا المجال أى عائق يتداخل في شدة النبضات ويقطع الاتصال ، فإن السمكة تستطيع أن تقدر لزعمانها قبل العوم موضعها ، إذ يبدو أن السمكة تعوم وكأنما هي محطة إرسال واستقبال متنقلة ، فهي تديع على « موجات » خاصة وتستقبل أيضاً ما تديعه الأسماك التي تتبع النوع نفسه ، والأغرب من ذلك أنه بمقدور تلك الأسماك أن تغير من تردد الموجات كلما دعت الحاجة إلى ذلك ، فإذا أحست « محطة » الاستقبال فيها أن مجال إرسالها قد تدخل فيه شيء ، وإنها لم تستقبل من هذا الشيء موجات بنفس تردد موجاتها ، فإن ذلك يعنى الحذر والترقب لعدو دخیل ، وعلى السمكة أن تتخذ القرار المناسب ، أو أن تغير الموجة ، علماً نكتشف شيئاً جديداً ( شكل ١٣ ) . وبهذا أصبحت النبضات وما تخلقه حولها من مجالات بمثابة « كلمة سر » لا يفك رموزها إلا أصحابها ، ولتصبح لها بمثابة العيون المبصرة ، والأذان المرفهة ، والأنوف الحساسة ، فلقد ضعفت في أسماكنا تلك الحواس التقليدية ، وحلت محلها حاسة كهربية ، وبها « ترى وتحس وتتكلم » ، وكأنما هذا العالم عالمها ، وبهذه الفكرة - فكرة الإرسال والاستقبال التي عرفناها حديثاً جداً - جاءت هذه الأسماك منذ عشرات الملايين من السنين ، وكم في المخلوقات من أسرار ، « ولكن أكثر الناس لا يعلمون » !



شكل ١٣

شكل ( ١٣ ) أ - تنتشر خطوط القوى الكهربائية حول سمكة المدي كما ينتشر المجال المغناطيسي حول قضيب ممغنط،  
 ب - وعندما تعترض هذه الخطوط موصلات كهربية جيدة ، فإنها تخترقها وتسرى خلالها ( الى اليمين ) في حين أن الموصلات  
 الكهربائية الرديئة ( الكرة السوداء الى اليسار تجعل هذه الخطوط تنفرج وتغير مسارها ) .. ج - عضو دقيق من أعضاء  
 الحاسة الكهربائية المدفون في جلد السمكة حيث يستقبل النبضات الكهربائية من الوسط الذي تعيش فيه السمكة .

### ومخلوقات تحول الطاقة الكيميائية الى ضوء حي !

وصورة أخيرة نختارها من صور كثيرة - لنختتم بها موضوعنا عن مخلوقات أخرى غريبة استطاعت أن تمتلك الوسيلة التي تحول بها الطاقة الكيميائية الى طاقة ضوئية ، مثلها في ذلك كمثل البطاريات التي يستخدمها البشر لنير لهم الطريق في ظلام الليل ، مع الاختلاف الواضح بين ميكانيكية انبعاث الضوء في هذه ونلك .

والضوء الحي Bioluminescence من الظواهر المثيرة والجميلة التي جذبت انظار البشر في كل زمان ومكان ، فحالك الناس حولها الاساطير . فمن بحار اذا اثرت امواجها اضاءت دون ان تمسسها نار ، ومن شواطئ اذا خطت عليها الاقدام توهجت ، وكأنما ينطلق منها « لهب » بارد خافت ، ومن غابات تتعلق على أشجارها رفوف غريبة تضيء اذا اظلم الليل ، ومن بين أعشاب ومن فوق فروع النباتات تنطلق مصابيح ضوئية صغيرة تطفئ وتضيء في فترات متقطعة ومنظمة ، ومن أسماك بحرية تنتشر على أجسامها وفوق رؤوسها بقع ضوئية تنتظم كما تنتظم المصابيح على جانبي طريق . وهكذا وزعت الحياة لمسائها المضيئة على انواع كثيرة من مخلوقاتها . بداية من البكتيريا الى الفطر ( العفن ) الى الحيوانات الاولى الى قناديل البحر الى الديدان والسرطان « الكابوريا » والحشرات والاسماك التي تسكن ظلام الاعماق .

وكما جاءت سمكة المدينة أو الفيل لتخلق حول نفسها مجالات كهربية ذات ترددات خاصة ، كذلك جاءت بعض المخلوقات لتشع اضواءها على هيئة موجات ذات أطوال خاصة كذلك . . فمنها ما يشع موجاته بأطوال تقع في حدود ٤٦٥ ميللي ميكرون ( وضوؤها أزرق اللون ) ، ومنها ما يضيء على موجة يتراوح طولها ما بين ٥٥٠ ، ٥٨٠ ميللي ميكرون ( أى في نطاق اللون الاصفر المشوب بخضرة ) . . وغيرها يبعث بموجات أطول لشرى اضواءها على هيئة صفراء أو برتقالية أو حمراء . . لكنها - بطبيعة الحال - لاتضيء لنا ، لتبعث البهجة في نفوسنا ، بل تستخدم طاقتها الضوئية فيما بينها على هيئة « كلمة سر » لها في عالمها مغزاها الكبير ، لكن ذلك موضوع آخر طويل نرانا في حل من التعرض له هنا لضيق المجال .

ومن الحقائق المثيرة في هذا العالم الحي - الذي يتلاعب باضوائه اذا ما أقبل الليل ، وخيم الظلام - ان بعض كائناته يستطيع ان يبعث باضواء ذات ألوان مختلفة ، ومن أعضاء متفرقة على أجسامها . . من ذلك مثلاً دودة تعيش في البرازيل ، وتعرف هناك باسم دودة « السكة الحديد Railroad Worm » فعلى جانبيها تنبعث عدة مصابيح دقيقة تضيء بلون أزرق ، وعلى رأسها « مصباح » ينطلق منه ضوء أحمر ، وثمة حشرة أخرى تعرف باسم « الاوتوموبيل Automobile Bug » تمتلك على رأسها مصابيح صغيرة حية تضيئها بأضواء صفراء أو برتقالية ، وعلى جانبي جسمها مصابيح أخرى ينبعث منها ضوء أخضر ، لكن الغريب انها تضيء الاصفر وتطفئ الاخضر اثناء السير ، وعندما تتوقف تضيء مصابيحها الخضراء Parking Lights وكأنما هي بمثابة نذير لمن يعترض طريقها اثناء التوقف ، وهذه الفكرة ذاتها نستخدمها في سياراتنا على هيئة مصابيح حمراء ، لكن الاغرب من ذلك ان بعض هذه الكائنات يستطيع ان يحجب الضوء المستمر بستارة رقيقة حية تسدل على المصباح الدقيق ، فاذا رفعها عاد الى الاضاءة

من جديد ، الا ان هناك انواعا أخرى تتحكم في اطفاء المصابيح او اضائها . كلما دعت الحاجة الى ذلك .

وسر هذا الضوء الحى من الاسرار التي جذبت انتباه علماء كثيرين حتى يومنا هذا ، الا ان اول من وضع اللبنة الاولى في كشف هذا السر كان العالم الكيميائى الفيزيائى **دوبرت بويل** الذى سجل في مذكراته في عام ١٦٦٨ أن بعض الاختساب المصابة بالعفن المضيء ، وبعض الاسماك البحرية المتعفنة بانواع من البكتيريا المضيئة « ينطوى » ضوءها في غياب الاوكسجين .. الا ان السر لم يكتشف الا في اواخر القرن الماضى عندما قام العالم « **دوبوا** » Dubois في عام ١٨٨٧ بعدة تجارب خرج منها بنتيجة شير الى أن الطاقة الضوئية المنبعثة من احدى المحاريات تتم في وجود مادتين أساسيتين ، احدهما لا تتأثر بالحرارة واطلق عليها اسم **ليوسيفيرين Luciferin** ، والاخرى تفقد مفعولها اذا سخنت واسماها خميرة **ليوسيفيريز Luciferase** .. وعندما « تهضم » هذه الخميرة مادتها فان عملية الهضم تتحول الى طاقة ضوئية باردة لا يصحبها أثر من حرارة !

الا ان الامور - كما اظهرت البحوث بعد ذلك - لا يمكن ان تسير بمنزل هذه البساطة اذ ان التفاعل الكيميائى يتطلب وجود مواد عديده .. منها مثلا أيونات الماغنسيوم والجزئيات المانحة للطاقة (ثلاثى فوسفات الادينوسين السابق ذكره) ، ومستقبلات للاليكترونات ، ومانحات لها .. الخ ، وعندما ينم التأكسد في وجود الاوكسجين ، تتحول الطاقة الكيميائية الى طاقة ضوئية ، وتختزل المواد التي تأكسدت ، وتشحن الجزئيات التي فقدت طاقتها ، وتقفز الاليكترونات عائدة الى مواقعها الاولى ، وتدور العملية بسرعة هائلة دون توقف او نباطؤ ، اللهم الا اذا اراد الكائن ذلك ، والى هنا لاندري يقينا كيف يتحكم في الاطفاء والاضاءة .

وما اكثر ما لاندري ، وما أعظم ما نجهل .. « وما أوتيت من العلم الا قليلا » !



### المراجع

- ١ - دكتور عبد المحسن صالح دورات الحياة ، سلسلة المكتبة الثقافية .
- ٢ - د . عبد المحسن صالح الانسان والنسبة والكون ، المكتبة الثقافية .
- ٣ - د . عبد المحسن صالح هل لك في الكون نعيم ؟ ، سلسلة العلم للجميع .
- ٤ - د . عبد المحسن صالح انت كم تساوى ؟ ، سلسلة كتاب الهلال .
- ٥ - د . عبد المحسن صالح مذكرات ذرة ، سلسلة افرا .
- ٦ - د . عبد المحسن صالح اسرار المخلوقات المضيئة ، المكتبة الثقافية .
7. Asimou, I., **Realm of Measutre**, 1967 Fawcett World Library.
8. Bogen, H. J., **Biology for the Modern Mind**, 1968 The MacMillan Co., N.Y.
9. Bolin, B., **The Carbon Cycle**, 1970 Sci. Amer. 223.3
10. Droscher, V. B., **The Magic of the Senses**, 1969 Allen, W. H., London.
11. Du Praw, E. J., **Cell and Molecular Biology**, 1969 Academic Press, New York.
12. Hubbert, M. K., **The Energy Resources of the Earth**, 1971 Sci. Amer. 3.
13. Mac El Roy, W. D. and Swanson, C. P., **Cell Biology** 1968 Prentice Hall, Foundations of Biology Program.
14. Mac Graw Hill : **Encyclopedia of Sci. and Techn.**, 1960
15. Markin, A., **Power Galore**, Progress Publ. Moscow.
16. Mueller, C. G. and Rudolph, M., **Light and Vision**, 1967 Life Sci. Library.
17. Ruchlis, H., **The Wonder of Light**, 1962 Lowe & Brydone, London.
18. Starr, C., **Energy and Power**, 1971 Sci. Amer., 225 : 3.
19. Teller, E. & Latter, L., **Our Nuclear Future**, 1958 Criterion Books, Inc. New York.
20. Went, F., **The Plants**, 1965 Life Nature Library.
21. Wilson, M. : **Energy**, 1965 Life Science Library



## محمود أمين \*

# البتترول والطاقة

### مقدمة

يعتبر البترول الآن أهم مورد للطاقة في العالم ، وذلك بالإضافة الى استخداماته الأخرى المتعددة التي ترجع الى تعدد ومرونة منتجاته ، ولذلك تعددت مناطق انتاجه في العالم ، واقتبل عليه المستهلكون ، واصبح العالم يتابع باهتمام وبحسابات دقيقة موارد البترول الحالية ، والمتوقع منها في الأرض والبحر - كما يتابع ايضا الموارد البديلة للبترول الطبيعي التي يمكن الاعتماد عليها لانتاج بترول صناعي . واخيرا ظهرت مشكلة الطاقة فأصبح البترول محور هذه المشكلة وعليه تتوقف علاجها على الأقل في المدى القريب ، الى ان يتمكن الانسان من ايجاد موارد أخرى بديلة للطاقة .

---

\* خريج جامعة القاهرة عام ١٩٤٢-والكلية الامبراطورية للعلم والصناعة عام ١٩٥١ . انضم الى هيئة التدريس بجامعة القاهرة ( كلية العلوم ) وهو الان رئيس مجلس ادارة مؤسسة البترول وشركات البترول .

وتتناول هذه الدراسة :

أولاً - البترول وتعدد استخداماته .

ثانياً - تطور انتاج البترول وموارده الحالية والمتوقعة والموارد البديله له ، ومناطق انتاجه واستهلاكه .

ثالثاً - البترول ومشكلة الطاقة .

د . محمود امين

### أولاً - البترول واستخداماته المتعددة

قبل أن يصبح البترول مورداً من الموارد الأساسية للطاقة ، ظهر الاهتمام به أولاً كمورد لزيت الاضاءة ، ثم أصبح بعد ذلك مورداً للطاقة اللازمة لإدارة الآلات ، وفي ذات الوقت مورداً أساسياً لكثير من المنتجات الكيميائية اللازمة للصناعة . وأخيراً أصبح أيضاً مصدراً للمواد الغذائية ، ولكن البترول لا يزال المصدر الأساسي للطاقة حتى الآن .

١ - البترول كمصدر لزيت الاضاءة ( الكيروسين ) وقد ظهر الاهتمام بالبترول في منتصف القرن التاسع عشر كمورد لزيت الاضاءة ، فقد كان الاعتماد وقتئذ على الزيت المستخرج من الفحم أو على الشموع المصنوعة من شحم الحيوان ولكنها كانت غالية الثمن لقلتها وصعوبة الحصول عليها ولما تحدثه من دخان أثناء استعمالها ، لذلك اهتم الباحثون ومنهم « الكولونيل فيريس » الذي حاول استخدام البترول لاستخراج زيت الاضاءة منه ، واستخدم في ذلك البترول الذي يخرج مختلطاً بالمياه من آبار المياه المالحة والذي كان يحرق للخلص منه باعتباره من الشوائب . ولقد استطاع « فيريس » أن ينتج نوعاً جيداً من زيت الاضاءة فأثار ذلك الاهتمام بالبحث عن البترول ، وكان فيريس يدفع لشراء البرميل منه حوالي ٢٠ دولاراً فشجع ذلك الكولونيل « دريك » على حفر بئر لانتاج البترول خصيصاً ، واعتبر ذلك مولد لصناعة البترول . وعندئذ تحولت الكثير من المعامل التي كانت تستخرج زيت الاضاءة من الفحم الى استخدام البترول كمصدر لزيت الاضاءة وهو الكيروسين . وانتشر استخدامه في الولايات المتحدة وفي أوروبا ، وكانت منافسة البترول الروسي كبيرة لأنه يمتاز بانخفاض نسبة الكبريت والبرافين ، مما يعطى أنواعاً جيدة من الكيروسين ، وامتدت هذه المنافسة الى الشرق بين شركة ستاندرد الأمريكية ومنافسيها من الهولنديين والبريطانيين اللذين انضما فيما بعد في شركة شل الهولندية الملكية .

٢ - البترول كوقود للآلات ثم كان ظهور السيارة في عام ١٩٠٨ الى احتاجت الى البنزين لإدارتها فأثار ذلك الاهتمام باستخدام البنزين المنتج من البترول ، والذي كان يعتبر وقتئذ إنتاجاً فائضاً عن الحاجة . وكانت عمليات التكرير لا تستخلص من البترول الخام سوى ١٥ - ١٨ ٪ من البنزين ، لذلك تطورت عمليات تكرير البترول باستخدام طريقة التكسير الحراري التي ضاعفت كمية البنزين المستخرجة من الخام . وفي عام ١٩١٠ أصبح استهلاك البنزين يزيد على استهلاك الكيروسين .

ثم قامت الحرب العالمية الأولى ، وظهرت أهمية الطائرات بم ازدادت هذه الأهمية بعد ان عبرت الطائرات الاطلنطى عام ١٩٢٧ فزاد الاقبال على البنزين لتموين الطائرات .

وعندما بدأ نسفيل فاطرات السكك الحديدية بماكينات الديزل فى عام ١٩٣٤ أنار ذلك الاهتمام بانناج المشتقات الوسطى من البترول كالديزل والسولار الذى استخدمل أيضا لتدفئة المنازل .

وبعد الحرب العالمية الثانية زاد الاهتمام باستخدام الغازات الطبيعية والسوائل المستخرجة منها التى كان استخدامها حتى ذلك الوقت قاصرا على المدن المجاورة لأبار الغاز الى أن أمكن صنع الأنايب الصالحة لنقل الغاز عبر المسافات الطويلة بأسعار مقبولة وقد أمكن انتاج هذه الأنايب فى الثلاثينات ، ولكنها لم تستخدم بكثرة إلا بعد انتهاء الحرب للأغراض المنزلية وللصناعة ، وامتدت أنابيب الغاز عبر الولايات المتحدة .

ومع الريادة فى استخدام الغازات الطبيعية زاد أيضا استخدام السوائل البترولية التى تستخلص من الغازات وأهمها الجازولين الطبيعى ، الذى استخدم أيضا فى السيارات ثم تبين بعد ذلك أن الجازولين الطبيعى يحوى على كمية من غاز البروبين والبوتين فأمكن فصلهما لتعبئة أنابيب البوجاز فى المناطق التى لا تصل إليها أنابيب الغاز الطبيعى .

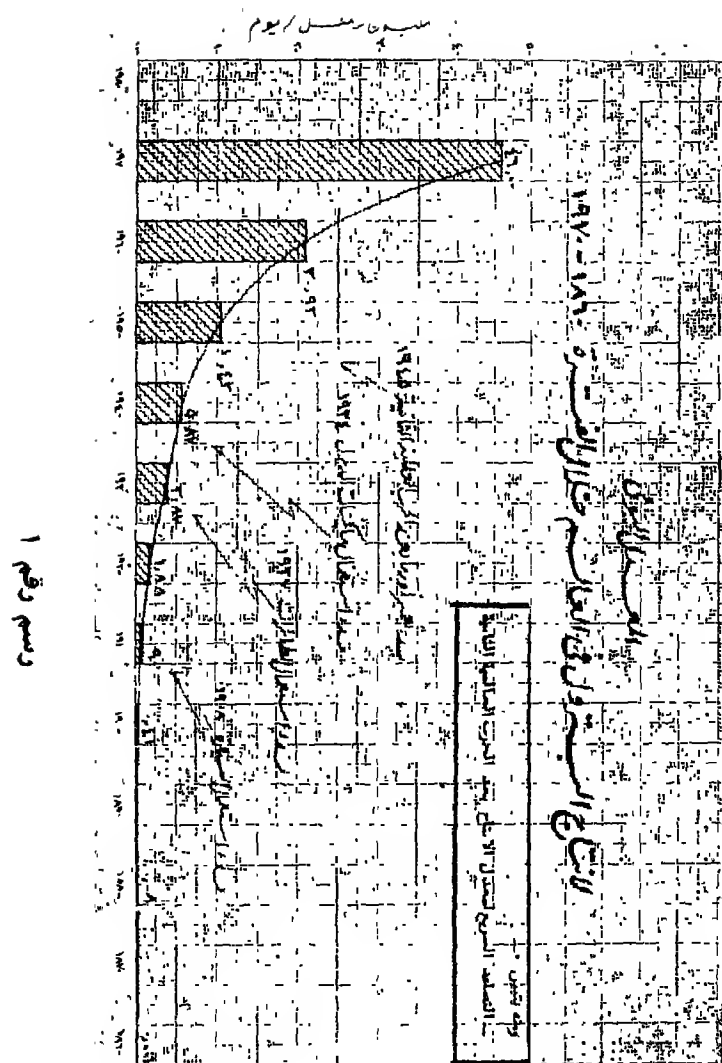
٣ - البترول كمادة كيمائية وعندما بدأت عمليات تكرير البترول استخدمت بعض منبجاته لانناج بعض المواد الكيمائية ، ولكن مع تطور عمليات تكرير البترول وتقدمها أصبح خام البترول والغازات مصدرا هائلا من مصادر المواد الكيمائية التى تعتمد عليها الصناعة اعتمادا كبيرا . وقد حدث هذا التطور الضخم منذ عام ١٩٢٠ ولكن برغم ذلك فإن ما يستخدم من البترول لانتناج الكيمائيات لا يتجاوز ٢ - ٣ ٪ من انتناج البترول ويستخدم البترول الآن لانتناج كثير من المواد الكيمائية مثل المطاط الصناعى - الخيوط والألياف الصناعية - البلاستيك والأسمدة والمبيدات الحشرية والمنظفات الصناعية - الجلود الصناعية - والمذيبات وغيرها .

٤ - البترول كمصدر للمواد البروتينية وفى عام ١٩٥٩ بدأت البحوث لاستخدام البترول لتربية الكائنات الحية التى تنتج البروتين ، ويستخدم البترول فى ذلك بدلا من المواد السكرية الى تستخدم عادة لهذا الغرض . فأمكن بذلك انتناج المواد البروتينية ولكنها لا تزال فى مرحلة تجريبية . ويجرى الآن تجربة استخدام هذه المواد البروتينية فى تغذية الحيوانات للتحقق من صلاحيتها .



### مرونة منتجات البترول

ويوضح الرسم البيانى رقم ( ١ ) تطور انتناج البترول منذ ١٨٦٠ حتى الآن ، ومنه تتضح السرعة الفائقة فى زيادة انتناج البترول فى السنوات التى أعقبت انتهاء الحرب العالمية الثانية . أى منذ منتصف الأربعينات ، بعد أن أصبح البترول موردا أساسيا للطاقة اللازمة للسيارات ( التى بدأ استخدامها عام ١٩٠٨ ) والطائرات ( التى بدأ استخدامها عام ١٩٢٧ ) والفطارات ( التى بدأ استخدامها عام ١٩٣٤ ) .



وكان ذلك بسبب ما يتمتع به البترول ومنتجاته من ميزات مناسبة لاستخدامه منها : -

● ان أى وقود يحتاج الى الهواء ليحترق فتنتقل منه الطاقة الكامنة ومن ثم كانت سهولة استخدام البترول كوقود فى الآلات لما يتفوق به عن مواد الوقود الأخرى كالفحم ، نظرا لأن غازات وسوائل البترول تبخر بسهولة وبذلك يسهل تحويلها الى ذرات مما يجعل البترول مناسباً لآلات الاحتراق الداخلى التى يتعدى استخدام الوقود الصلب بها كالفحم .

● ان البترول بحوى على نسبة ضئيلة جداً من الرماد ، وهو ما يناسب استخدامه فى السبارات والطائرات والقطارات .

● سهولة نفل وتخزين البترول ، نفعه بالناقلات أو خطوط الأنابيب وتخزينه فى المستودعات مما يجعل عمليات النقل والتخزين ذات تكلفة مناسبة ولمسافات طويلة سواء بنقله فى المناطق الأرضية أو البحرية .

● ان البترول يأخذ صوراً متعددة منها الغازات التى تناسب الاستخدامات المنزلية ، كما يصلح أيضاً فى ذات الوقت لعمليات التسخين فى محطات الكهرباء والمصانع . ومنها السوائل . وهذه بالتالى تنقسم الى أنواع مختلفة حسب درجة تطايرها ، فقد يكون السائل سريع التطاير كالبنزين والكروسين أو متوسط التطاير كالديزل أو بطيء التطاير كزيت الوقود . ولكل منها استخدامات مناسبة تلائم نوعاً معيناً من الآلات .

**فالبنزين** يستخدم فى آلات الاحتراق الداخلى كالسيارات والطائرات التى تحتاج لسائل سريع التطاير .

**والكروسين** وهو أقل تطايراً من البنزين ويستخدم فى الطهى والتدفئة ، كما أصبح يستخدم أيضاً فى الجرارات وأخيراً فى وقود النفاثات .

**والديزل** وهو أقل تطايراً ويستخدم فى إدارة آلات الديزل بأنواعها المختلفة سواء الآلات الصغيرة منها المستخدمة فى السيارات أو فى الآلات الكبيرة المستخدمة فى الناقلات البحرية .

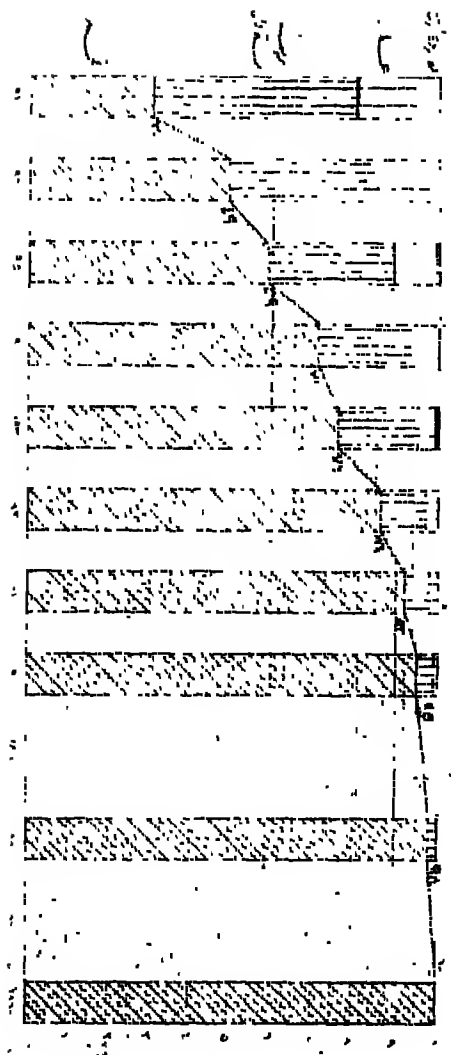
**وزيت الوقود** وهو أقل السوائل تطايراً وبالتالى فهو أقرب الى الوقود الصلب كالفحم ، ومن ثم كان استخدامه ليحل محل الفحم فى توليد البخار اللازم للبواخر والمصانع ، أو أنه يتميز أو يتفوق على الفحم بامكانية تحويله الى ذرات دقيقة قبل حرقه ، وذلك بتسخينه .

• • •

### منافسة البترول للفحم

منذ ظهر البترول وثبت امكانية انتاجه تجارياً فى ١٨٦٠ بدأ ينافس الفحم وأخذ يحل محله تدريجياً كما يتضح من الرسم البيانى الذى يوضح النسبة المئوية لموارد الطاقة فى العالم منذ ١٨٦٠ الى ١٩٧٠ ، ومن ذلك يتبين سرعة احلال زيت البترول والغاز محل الفحم منذ

النسبة المئوية  
لزيادة الطاقة في العنصر المشترك  
١٩٧٠ - ١٩٨٠



رسم رقم ٢

الأربعينات أى فى أعقاب الحرب العالمية الثانية . وقد ساعد على هذا التطور عدة أمور يمكن ان نوجزها فيما يلى :

- ١ - مرونة وبتعدد استخدامات منتجات البتترول السابق الاشارة اليها .
- ٢ - التناقص الطبيعى فى انتاج الفحم وخاصة فى أوروبا بسبب استنفاد الطبقات السميكة منه والقريبة من سطح الأرض التى كان من السهل استخراج الفحم منها ، ولم يبق بعد ذلك سوى الطبقات الرقيقة السمك التى توجد على أعماق كبيرة وبالتالى يصعب استغلالها .
- ٣ - صعوبة العمل فى مناجم الفحم التى لاتزال تعتمد الى حد كبير على الجهد البشرى فى تعقب طبقات الفحم مما يتير كثيرا من المتاعب مع عمال مناجم الفحم برغم ارتفاع اجورهم .
- ٤ - ما يسببه احراق الفحم من تلوث الجو وخاصة لاحتواء الفحم عادة على نسبة كبيرة من الكبريت . وهذا العامل بالذات كان من اهم العوامل التى دفعت الصناعة الامريكية الى الاعتماد على البتترول بدلا من الفحم فى محطات الكهرباء برغم وجود الفحم بكميات كبيرة بالقرب من سطح الأرض .
- ٥ - ومما ساعد أيضا على الانتقال من الفحم الى البتترول - تحطيم الصناعة الأوروبية فى الحرب العالمية الثانية وهى صناعة كانت تعتمد على الفحم ولذلك كان من الطبيعى أن تتحول هذه الصناعة الى البتترول عند اعادة بنائها وأن لا تعود تانية الى الفحم .

### ثانيا - تطور انتاج البتترول

يبلغ انتاج البتترول الآن حوالى ٥٦ مليون برميل يوميا ، وقد تصاعد هذا الانتاج بسرعة فائقة منذ نهاية الحرب العالمية الثانية بعد أن كان تصاعده قبل ذلك بطيئا . فعندما بدأ الانتاج عام ١٨٦٠ لم يكن يتجاوز انتاج العالم فى ذلك الوقت ألف برميل يوميا . ثم ارتفع الى حوالى ٨٠ ألف فى عام ١٨٨٠ والى ٤٠٠ ألف برميل يوميا عام ١٩٠٠ ، ثم بدأت تزداد سرعة زيادة الانتاج مع بدء استعمال السيارات والطائرات والقطارات فارتفع هذا الانتاج الى : -

٩٠٠ ألف برميل يوميا سنة ١٩١٠

و ١٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٢٠

و ٣٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٣٠

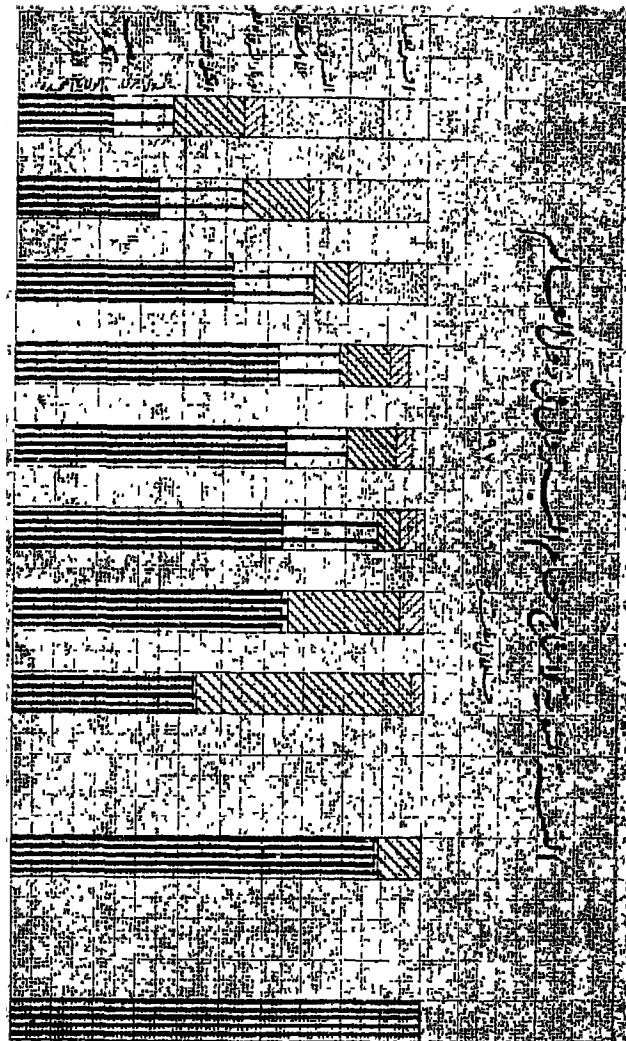
و ٥٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٤٠

ثم قفز هذا التصاعد بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية الى : -

١٠٤ مليون برميل يوميا عام ١٩٥٠

٢٠٩ مليون برميل يوميا عام ١٩٦٠

٤٦ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠



رسم رقم ٣



ومند عام ١٨٦٠ حدثت تطورات كبيرة فى توزيع مناطق انتاج البترول ( كما يتضح من الرسم رقم ٣ ) كان من أبرزها ما يأتى : -

**أ - نصف الكرة الغربى** كانت الولايات المتحدة الأمريكية هى المنتج الأساسى للبترول فى نصف الكرة الغربى منذ بدء الصناعة فى عام ١٨٥٩ ، واحتفظت بهذا المستوى الى أن انتزعت منها روسيا التى استطاعت أن تنتج حوالى ٥٠٢٪ فى عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت الولايات المتحدة أن انتزعت ذلك ثانية من روسيا باكتشاف الحقول الغزيرة الانتاج بها فى أوائل القرن العشرين الذى أعاد الى نصف الكرة الغربى تفوفه فى انتاج البترول ، ثم ساعد على ذلك اكتشاف البترول بفزارقة المكسيك التى انتج فى عام ١٩٢٠ حوالى ٢٢٨٪ من انتاج العالم ، ثم لحقتها فنزويلا التى تساعد انتاجها واستطاعت أن تنتج فى عام ١٩٥٠ حوالى ١٤٤٪ من انتاج العالم .

وبذلك استطاع نصف الكرة الغربى أن يتصدر مناطق الانتاج خلال المائة سنة الاولى حتى ١٩٦٠ ، ولكنه ما لبث أن فقد هذا المستوى خلال السنوات الماضية نتيجة لتساعد انتاج الشرق الأوسط وأفريقيا ودول الكتلة الشرقية ، ولذلك انخفض نسبة ما ينتجه نصف الكرة الغربى الى حوالى ٣٧٪ من الانتاج العالمى عام ١٩٧٠ .

**ب - الشرق الأوسط** بدأ الشرق الأوسط دوره فى انتاج البترول فى أوائل القرن العشرين ولكنه لم يصبح لانتاجه أهمية واضحة الا بعد الحرب العالمية الثانية فانتج حوالى ١٦٩٪ من انتاج العالم فى عام ١٩٥٠ وحوالى ٢٥٪ فى عام ١٩٦٠ وحوالى ٣٠٪ فى عام ١٩٧٠ .

**ج - الكتلة الشرقية** وتدرج الانتاج فى دول الكتلة الشرقية منذ السنوات الاولى لبدء صناعة البترول فى العالم الى أن تصدرت روسيا الدول المنتجة للبترول فى عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت أن فقدت هذه الصدارة باكتشاف الحقول الجديدة فى أمريكا ، ثم تعرضت حقول البترول فى روسيا الى تدمير اثناء الحرب العالمية الاولى ، ثم بدأ انتاج الكتلة الشرقية يرتفع تدريجيا خلال العشرين سنة الماضية الى أن بلغ حوالى ١٦٨٪ من الانتاج العالمى فى عام ١٩٧٠ .

**د - افريقيا** ظلت افريقيا مجهولة بتروليا طوال المائة سنة الماضية وكان معظم انتاجها من مصر الى أن تفجرت حقول البترول فى نيجيريا وليبيا والجزائر منذ حوالى خمسة عشر عاما فأصبح انتاج افريقيا يمثل حوالى ١١٧٪ من الانتاج العالمى فى عام ١٩٧٠ .

**هـ - الشرق الاقصى** برغم أن البترول قد ظهر فى هذه المنطقة منذ السنوات الاولى لصناعة البترول وكان يتراوح بين ٤ - ٥٪ من انتاج العالم فى أوائل القرن العشرين ، الا أن انتاج هذه المنطقة لم يتطور ، بل انخفض نسبيا واصبح لا يكون سوى ٢٢٪ من انتاج العالم فى عام ١٩٧٠ .

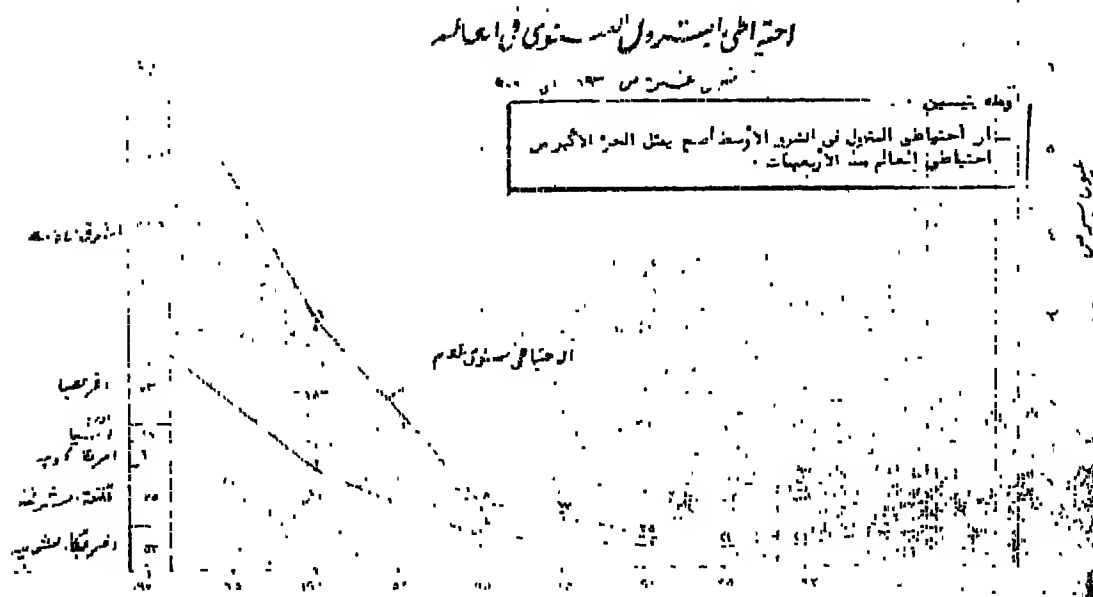
**و - اوروبا الغربية** ان اوروبا الغربية كانت ولا تزال على مر السنين اقل مناطق العالم انتاجا للبترول فلم يتجاوز انتاجها حوالى ٥٪ خلال السنوات الطويلة الماضية ، ثم ارتفع أخيرا الى ١٥٪ فى عام ١٩٧٠ رغم ما يبذل فيها من جهود كبيرة للكشف عن البترول .

### موارد البترول الحالية والمتوقعة

من المقدّر ان اجمالي كميات البترول التي يمكن استخراجها من طبقات الأرض تبلغ حوالى ٢٠٠٠ بليون برميل يوميا :-

- انتج واستهلك منها العالم حتى الآن ٢٧٥ بليون برميل منذ عام ١٨٦٠ .
- ويوجد منها حوالى ٦٠٠ بليون برميل كمخزون فى الحقول التى تم اكتشافها وهى الكمية الثابت وجودها والتى يمكن استخراجها اقتصاديا .
- ومن المقدّر انه من الممكن اكتشاف ما بين ٧٦٠ الى ١٠٧٠ بليون برميل أخرى فى المناطق التى لم تستكشف بعد وخاصة فى المناطق المفمورة بالمياه .

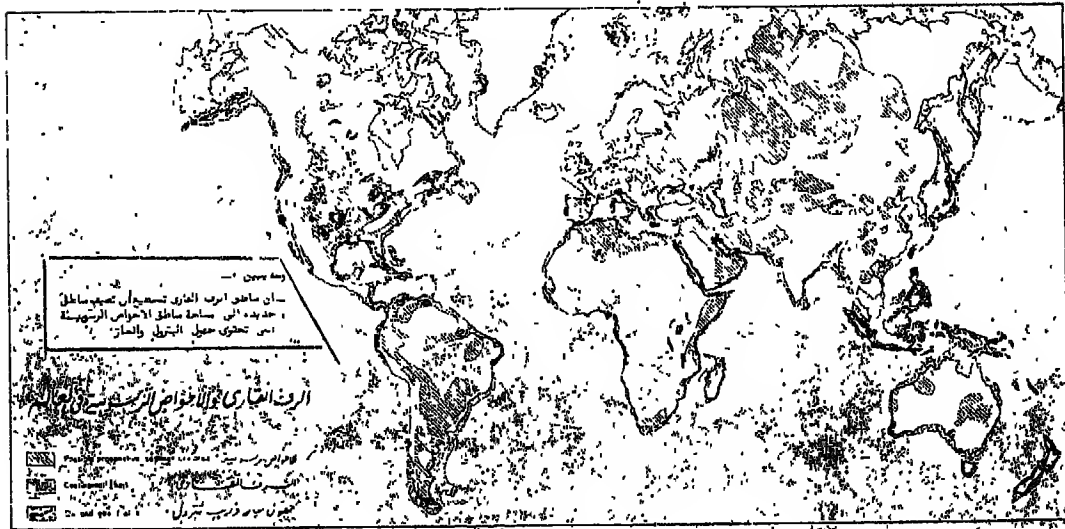
**رصيد البترول فى العالم حاليا** يوجد فى العالم الآن حوالى ٦٠٠ بليون برميل وهى كمية البترول التى يمكن استخراجها من حقول البترول المكتشفة بالطرق المتعارف عليها . ومعظم هذه الكمية موجودة فى دول البترول بالشرق الأوسط . ويوضح الرسم البياني المرفق ( رسم ٤ ) كيف تطور رصيد البترول فى العالم خلال الأربعين سنة الماضية . فلم يكن هذا الرصيد يتجاوز ٨٠ بليون برميل فى عام ١٩٥٠ ثم بلغ ٣٠٠ بليون برميل فى عام ١٩٦٠ ثم بلغ حوالى ٦٠٠ بليون برميل عام ١٩٧٠ . ومنذ الخمسينات بدأ الشرق الاوسط يكون جزءا كبيرا من رصيد البترول فى العالم . فقد بلغ حوالى ٤٠ بليون برميل من اجمالي ٨٠ بليون فى العالم . ثم أصبح ١٨٣ بليون برميل من



اجمالى ٣٠٠ برميل عام ١٩٦٠ نم بلغ ٣٣٥ بليون برميل من اجمالى حوالى ٦٠٠ بليون برميل فى العالم عام ١٩٧٠ .

**البتترول المتوقع اكتشافه** قد يبدو لأول وهلة أن رصيد البتترول المؤكد وجوده وهو ٦٠٠ بليون برميل رقم كبير نسبيا بالنسبة للكمية التى استنفذها العالم خلال ١١٠ سنة الماضية وهى ٢٧٥ بليون برميل . ولكن الواقع أن العالم بمعدل الاستهلاك الحالى الذى يتضاعف كل عشر سنوات يستطيع أن يستهلك هذه الكمية خلال عشرين سنة ما لم يحاول العالم الاقتصاد فى استهلاك البتترول ، وما لم تتجه صناعة البتترول الى اكتشاف المزيد منه فى المناطق القطبية والمناطق المغورة بمياه البحار والمحيطات .

**ولا شك أن البتترول الذى تم اكتشافه حتى الآن هو الأسهل أو الأقرب منالا والموجود فى مناطق يمكن الوصول اليها بسهولة - ولكن هناك مناطق لم يرتادها الباحثون بعد لصعوبة وارتفاع تكلفة العمل بها كالمناطق القطبية وبحر الشمال . وأهم من ذلك شواطئ المحيطات والمناطق العميقة المغورة بالمياه . فمن المقدر مثلا أن رصيد البتترول الموجود فى المناطق المغورة بمياه البحار والمحيطات يساوى رصيد البتترول فى المناطق التى لا تغطيها مياه البحار . ولكن رصيد البتترول فى المناطق المغورة لا يتجاوز الآن ١١٥ بليون برميل أى حوالى ١٩٪ من رصيد البتترول فى العالم . وذلك بسبب صعوبة وارتفاع تكلفة الكشف عن البتترول فى المناطق المغورة ، ولكن عمليات البحث تتجه الآن نحو هذه المناطق بعد تطور أساليب التنقيب والحفر فى المياه العميقة ، وبعد أن أصبحت اقتصادياتها مناسبة على أثر ارتفاع أسعار البتترول . كل ذلك سوف يؤدى لاكتشاف المزيد من البتترول فى هذه المناطق ، وهذا ما يتوقعه الباحثون عن البتترول ويتطلعون الى هذه المناطق كمصدر أساسى للبتترول الذى لم يكتشف بعد . وتوضح الخريطة المرفقة ( رقم ٥ ) توزيع هذه المناطق فى العالم . وهى تحيط بشواطئ القارات الخمس وتشمل البحار القليلة العمق نسبيا ، كالبحر الأبيض المتوسط وبحر الشمال وبحر اليابان والبحر الأحمر والبحر الأسود .**



رسم رقم ٥

ومن دراسة قامت بها هيئة الأمم المتحدة عن امكانات قاع البحر من موارد معدنية يتبى أن شواطئ القارات التي تعرف باسم الحد القارى - Continental Margin يتكون من ثلاثة اجزاء هي : -

**٢ - المنحدر القارى ( Continental Shelf )** وهى المنطقة الممتدة بين حد الأمواج الى بدء المنحدر القارى ، ويتراوح عرضها من عشرة الى بضعة مئات من الأميال وعمقها من ٢٠ الى ٦٥٠ مترا بمتوسط قدره ١٣٠ مترا . وتشمل أيضا بحار - بحر الشمال والادريانيك وبحر شرق الصين وغيرها .

**٢ - المنحدر القارى ( Continental Slope )** وهى المنطقة القليلة الانحدار والتي تفصل بين المنحدر القارى وقاع المحيطات ، وتكون معظم الشاطئ الشرقى لأمريكا الشمالية والجنوبية وبحر العرب وخليج البنغال وشرق أفريقيا وجزءا كبيرا من غرب أفريقيا .

وتدل الدراسة على أن الطبقات المغمورة بالمياه والتي هى تحت الرف القارى والجزء الاعلى من المنحدر القارى والتي تمتد حتى ٦٠٠ أو ١٠٠٠ متر عمقا ، ذات احتمالات بترولة كبيرة كما أنها فى متناول أجهزة الحفر أيضا .

**٣ -** ويدخل فى اطار المناطق البحرية ذات الاحتمالات البترولية أيضا المناطق التى يغطيها البحر الابيض المتوسط والبحر الأحمر والبحر الاسود وبحر اليابان .

**بترول بحر الشمال** ويعتبر بحر الشمال من أمثلة المناطق المغمورة بالمياه الى لقيت اهتماما فاعطت نتائج بترولية ايجابية . فبحر الشمال هو جزء من الرف القارى لأوروبا الذى يمتد فى هذه المنطقة ويغطي مساحة كبيرة ، ونتيجة لعمليات الكشف والحفر أمكن اكتشاف عدة حقول للغاز ولزيت البترول .

**فمن الغاز** أمكن اثبات وجود حوالى ٢٣ الف بليون قدم مكعب بالإضافة الى حوالى ١٤ أخرى متوقعة .

**ومن زيت البترول** أمكن اكتشاف عدد كبير من الحقول بدأ الانتاج من بعضها ويجرى اعداد بعضها للانتاج ويقدر اجمالى رصيد البترول الذى يمكن استخراجه منها ما بين ١٤ - ٢٠ بليون برميل فى المياه الانجليزية والثروية .

ولكن اكتشاف هذه الكميات من الغاز وزيت البترول قد استلزم انفاق أموال طائلة تبلغ أضعاف ما ينفق فى المناطق الأرضية .

• • •

### الموارد البديلة للبترول

وقبل أن ينبجج الانسان فى استخراج البترول الطبيعى من باطن الأرض بحفر الآبار كانت هناك جهود عديدة تبذل للاستفادة من الفحم والطفلة البترولية Oil Shale لاستخراج زيت الاضاءة ، ولكن هذه الجهود اخذت تتراخى تدريجيا مع تدفق البترول الطبيعى بفرارة من الحقول فلم يعد هناك مبرر لتحمل العناء والتكاليف الباهظة لاستخراج الوقود من الفحم أو الطفلة

البتروك . ولكن يبدو أن التاريخ يعيد نفسه الآن فيعود الإنسان ليهتم ثانية بهذه الموارد لانتاج البترول الصناعي كبديل للبترول الطبيعي بعد أن بدأت دلائل عدم كفاية احتياطي البترول وارتفاع أسعاره .

ويستخرج البترول الصناعي من :

١ - الفحم .

٢ - الرمال البتروك - Tar Sands

٣ - الطفرة البتروك - Oil Shale

**والفحم** يوجد بكميات هائلة في العالم تبلغ حوالي ٩٠٠٠ بليون طن ، بعضها مؤكد وبعضها متوقع . ومعظم هذه الكميات يوجد في الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة والصين حيث يوجد حوالي ٨٠٠٠ بليون طن والباقي وهو ١٠٠٠ بليون طن في بقية أرجاء العالم . وهناك طرق متعددة لتحويل الفحم الى زيت البترول ولكنها تزال في مرحلة التجارب المتوسطة الحجم ومنها أيضا تحويل الفحم الى غاز .

**أما الرمال البتروك** Tar Sands وهي عبارة عن طبقات رملية مشبعة بمادة بتروك وأشهرها ما يوجد في أتا باسكا بكندا - وتوجد غالبية هذه الرمال في نصف الكرة الغربي وبصفة خاصة في كندا وفنزويلا . وتقدر كميات البترول التي تحتويها هذه الرمال بحوالي ١٤٦٧ بليون برميل ولكن بعض هذه الرمال يمكن استخراجه بسهولة لوجوده بالقرب من سطح الأرض والبعض يصعب استخراجه لوجوده على عمق ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ قدم تحت السطح .

الموقع	ما يحتويه من بترول ( بليون برميل )	عمقه في باطن الأرض
كندا	٧٦٠	حتى ٢٠٠٠ قدم
فنزويلا	٧٠٠	حتى ٣٠٠٠ قدم
الولايات المتحدة	٢	حتى ٢٠٠٠ قدم
مالاجاس	٢	حتى ١٠٠٠ قدم
مناطق أخرى	٢	

وتقوم شركة صن أويل بتشغيل معمل لانتاج البترول من هذه الرمال بمعدل ٤٥ ألف برميل يوميا . و انتاج هذه الكمية يحتاج الى معالجة حوالي ١٠٠ ألف طن من الرمال يوميا يجري استخراجها من تحت سطح الأرض الى عمق ١٠٠ قدم بأساليب التنجيم العادية ، ثم تنقل هذه الرمال الى أجهزة خاصة لمعالجتها بالمياه الساخنة والبخار والكيماويات فتنتج مادة بتروك تشبه البترول العادية . وقد بلغت تكلفة هذه الوحدة حوالي ٢٤٠ مليون دولار ، وهذا ما يوازي اضافة ما يتكلفه حقل بترول ينتج هذه الكمية من البترول .

وأخيرا فان الطفلة البترولية Oil Shale عبارة عن صخور طينة تحتوى على مادة بترولية وتوجد بصفة خاصة في الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي والصين والبرازيل . ويقدر ما تحتويه هذه الصخور من البترول بحوالي ٦٨٥٠ بليون برميل . ولكن لا يمكن استخراج الا قدر قليل من هذه الكمية لما يحتاجه ذلك من معالجة الصخور بتسخينها الى درجة ٧٠٠ درجة فهرنهايت حتى تتحلل المادة البترولية (كيروجين) منتجة نوعا من الزيت الخفيف . ويتراوح ما ينتجه الطن الواحد من الصخور ما بين ١٠ - ١٠٠ جالون من الزيت . ويوجد الجزء الاكبر من هذه الصخور في الولايات المتحدة الامريكية وبالذات في ولايات كولورادو ويوتا ويومنج . ويقدر أنه يمكن استخراج حوالى ٨٧٠ بليون برميل منها ، أى ضعف كمية البترول المخزونة في حقول الشرق الاوسط وافريقيا . ولكن عملية استخراج هذا البترول معقدة ومرتفعة التكلفة وهناك محاولات لاستخدام التفجيرات الذرية للمعاونة في استخراج البترول المخزن في هذه الصخور . والمشروع الوحيد الجارى الاعداد له لانتاج البترول من هذه الصخور سيقام في البرازيل لانتاج ٥٨ الف برميل يوميا .

وتعتبر الرمال المشبعة بالبترول Tar Sands أسهل الموارد استغلالا لانتاج البترول الصناعي تليها الطفلة البترولية ثم الفحم . ولذلك فمن المقدر أن يبلغ انتاج البترول الصناعي الذى سيستخرج في عام ١٩٨٥ على الوجه التالي : -

حوالى ١٢ مليون برميل يوميا من الرمال المشبعة بالبترول .

من ١٠٠ - ٤٠٠ الف برميل يوميا من الطفلة البترولية .

حوالى ٨٠ الف برميل يوميا من الفحم .

ولكنه لا شك أن ارتفاع اسعار البترول منذ اكتوبر الماضى وما مرصت له الدول الصناعية المستهلكة للبترول من خفض أو منع البترول عنها سوف يدفعها الى بذل جهد مضاعف في تنمية هذه الموارد .



### مناطق انتاج واستهلاك البترول

بلغ استهلاك العالم في عام ١٩٧٣ حوالى ٥٦ مليون برميل يوميا من زيت البترول بخلاف الغازات الطبيعية . وخلال الثلاثين سنة الماضية ، تضاعف استهلاك البترول مرة كل عشر سنوات على مستوى العالم . ولكن الدول تتفاوت في معدل استهلاكها للبترول تبعا لما تستهلكه من موارد الطاقة الاخرى كالفحم والغاز والقوى المائية ، وذلك تبعا لمستوى تطورها الحضاري والصناعي بصفة خاصة . ويمكن تقسيم العالم الى مجموعات من الدول كما يوضح الرسم رقم ٦ - وهذه المجموعات هي : -

١ - أمريكا الشمالية : وتشمل كندا والولايات المتحدة الامريكية .

وهي من اكثر مناطق انتاج واستهلاك البترول في العالم . فقد كانت الولايات المتحدة



دولة مصدرة للبتروول حتى عام ١٩٤٨ . وبعد ذلك أصبحت تكاد تكفي حاجتها ، ثم بدأت بعد ذلك تستورد البتروول لتستكمل حاجة استهلاكها المتزايد منه ، وخاصة بعد أن بدأ انتاجها المحلي يتناقص ابتداء من ١٩٧٠ ومعنى هذا أن الولايات المتحدة تحولت من مجموعة الدول المصدرة للبتروول الى مجموعة الدول المستوردة للبتروول. ولكن يبدو أن هذه المرحلة هي مجرد مرحلة مؤقتة لان لدى أمريكا الشمالية موارد من البتروول والفحم والطفلة والرمال البتروولية كفيلة بأن تعيد اليها مكانتها البتروولية السابقة .

**٢ - أوروبا الغربية** وتشمل مجموعة دول غرب أوروبا . وهي **ثاني منطقة تستهلك البتروول في العالم بعد منطقة أمريكا الشمالية** . ورغم أن دول غرب أوروبا تنتج البتروول من وقت طويل ، إلا أن انتاجها كان ولا يزال يقل كثيرا عن حاجة هذه الدول من البتروول ، بل أن الفجوة بين معدل ما تنتجه من البتروول ومعدل الزيادة السنوية في الاستهلاك تتزايد عاما بعد عام . ويبدو أنها سوف تستمر على هذا الحال برغم اكتشاف غازات وبتروول بحر الشمال الذي لا يغطي جزءا صغيرا فقط من استهلاك أوروبا الغربية من البتروول .

**٣ - شرقي آسيا** : وتشمل مجموعة دول شرقي آسيا وأستراليا . وهي **في مجموعها منطقة تستهلك من البتروول أكثر مما تنتج** ، لأنها تضم اليابان وأستراليا والهند وبقية دول شرق آسيا التي تستهلك كميات كبيرة من البتروول . وتضم هذه المنطقة اندونيسيا التي تنتج من البتروول أكثر من استهلاكها وبالتالي تصدر معظم انتاجها الى الدول المجاورة وخاصة اليابان .

**٤ - أمريكا اللاتينية** وتضم دول أمريكا الجنوبية وهي **في مجموعها دول تنتج من البتروول أكثر مما تستهلك** وبالتالي فهي من مناطق تصدير البتروول . فهي دول مصدرة للبتروول وفي مقدمتها فنزويلا ومنها أيضا ترينداد وكولومبيا . وبقية دول هذه المنطقة تنتج أيضا البتروول ولكن ما تنتجه لا يكفي استهلاكها ، لذلك تستورد بعض البتروول لاستكمال حاجتها ومن ذلك البرازيل والمكسيك والارجنتين .

**٥ - الشرق الاوسط** تشمل دول الخليج العربي كما تشمل تركيا وسوريا . وهي **أكثر منطقة منتجة ومصدرة للبتروول** ، لان ما تستهلكه دول هذه المنطقة من البتروول لا يمثل الا جزءا ضئيلا جدا من انتاجها .

**٦ - أفريقيا** تشمل دول القارة الافريقية ، وهي **منطقة تعتبر الآن من مناطق تصدير البتروول بعد ظهور بترول ليبيا والجزائر ونيجيريا** . وكانت عام ١٩٦٠ منطقة يزيد فيها استهلاك البتروول عن انتاجه .

**٧ - الكتلة الشرقية** وتضم الصين والاتحاد السوفيتي ودول شرقي أوروبا . وهي **منطقة تنتج البتروول بكمية تزيد قليلا عن حاجة استهلاكها المحلي** ولذلك تصدر القليل من انتاجها الذي يفيض عن حاجتها .



## ملخص انتاج واستهلاك البترول في العالم ١٩٧٢ - بمليون برميل يوميا

أنتجت	واستهلكت	فاستوردت	أو صدرت	
١٣٣٧٩	١٨٥٧٧	٥١٩٨		امريكا الشمالية
٤٦٤-	١٣٢٥٣	١٢٧٨٩		أوروبا الغربية
١٨٨٣	٦٩٤٨	٥٠٦٥		شرق آسيا
٤٤٧٧	٢٨٠٣	١٦٧٤		امريكا اللاتينية
١٨٤١٤	٩٠٦-	١٧٥٠٨		الشرق الاوسط
٥٧٢١	١٣٤٠	٤٣٨١		افريقيا
٨٨٨٣	٨٣٦٨	٥١٥-		الكتلة الشرقية
٥٣٢٢١	٥٢١٩٥	٢٣٠٥٢	٢٤٠٣٣	المجموع

ومعنى هذا أن الكمية التي تتحرك في الاسواق تبلغ حوالي ٢٤ مليون برميل يوميا .

• • •

## ثالثا : البترول ومشكلة الطاقة

يسعد العالم اندفاعا شديدا نحو استهلاك البترول وتنافس الدول الصناعية الكبرى على استيراد البترول بكميات تزيد عاما بعد عام ، ولم يعد ذلك التهافت على الاستهلاك قاصرا على اليابان وأوروبا التي تفتقر الى موارد الطاقة ، بل امتد ايضا الى الولايات المتحدة الامريكية التي برغم ما لديها من موارد عديدة للطاقة ، الا أنها اندفعت هي الاخرى نحو استيراد البترول بكميات متزايدة .

**فأوروبا الغربية** بلغ استهلاكها من البترول عام ١٩٧٠ حوالي ١٢ مليون برميل انتجت منها محليا حوالي ٣- مليون فقط والباقي استوردته من الخارج . ويقدر أن مبلغ استهلاكها في عام ١٩٨٥ سيكون ٢٥ مليون برميل يوميا ينتج منها محليا حوالي ٤٥ مليون برميل والباقي وهو ٢٠ مليون برميل عليها ان تستورده من الخارج .

**واليابان** يرتفع استهلاكها من البترول من ٤ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠ الى ١٠٧ مليون برميل يوميا عام ١٩٨٥ . ومن المفروض أن تستورد كل هذه الكمية من الخارج .

**والولايات المتحدة الامريكية** بلغ استهلاكها عام ١٩٧٠ حوالي ١٥ مليون برميل يوميا ، ولكنها انتجت من ذلك حوالي ١١ مليون برميل يوميا ، واستوردت الباقي وقدره ٤ مليون برميل يوميا . ويقدر أن يرتفع استهلاكها عام ١٩٨٥ الى ٣٠ مليون برميل يوميا . ولكن بسبب انخفاض انتاجها فانها سوف تستورد حوالي ٢٠ مليون برميل يوميا . ونظرا للتناقص المتوقع لانتاج البترول في فنزويلا

التي تعطى الولايات المتحدة الأمريكية معظم حاجتها من البترول ، لذلك نتجه أمريكا الى الشرق الاوسط للحصول على حاجتها .

ونتيجة لذلك يتعرض رصيد البترول المخزون في العالم والذي يبلغ حوالي ٦٠٠ بليون برميل للاستنفاد السريع لان هذه الكمية لا تحتمل سرعة الاستهلاك الذي يتضاعف كل عشر سنوات ، ما لم يتم اكتشاف حقول جديدة نضاف الى رصيد البترول الثابت .

**ونتيجة لذلك أيضا يشهد العالم من ناحية أخرى نقصا في الطاقة الانتاجية الفائضة لحقول البترول . فانتاج حقول البترول يكاد يعادل حاجة الاستهلاك العالمي المتزايد بفرق ضئيل جدا وهو وضع لم يواجهه العالم من قبل . فقد كانت مناطق الانتاج تحتفظ دائما بطاقة انتاجية فائضة تطلقها عند اللزوم في وقت الازمات .**

**ففي أكتوبر ١٩٥١ -** أثناء ازمة تأمين البترول الإيراني ، نوقف انتاج ايران وهو يمثل ٧٪ من انتاج العالم من الخام ، ٢٧٪ من المنتجات البترولية اللازمة للعالم الغربي ( ١٥٠ ألف برميل خام و ٥٠٠ ألف برميل منتجات بترولية يوميا ) . ولكن بوجود الطاقة الانتاجية الفائضة في أمريكا وفنزويلا ودول الخليج العربي أمكن تعويض النقص .

**وفي أكتوبر ١٩٥٦ -** عند اغلاق قناة السويس والانابسب . فقدت اوربا الغربية ٣٠٪ من البترول الذي يصلها في نوفمبر ١٩٥٦ . ولكن بوجود فائض طاقة انتاجية في أمريكا ( التي رفعت صادراتها لاوروبا من ٥٠ الى ٥٠٠ ألف برميل يوميا ) وفنزويلا ( التي رفعت انتاجها من ٦٧٠ الى ٨٤٠ ألف برميل يوميا ) امكن تعويض النقص .

**ولكن في أكتوبر ١٩٧٣ -** عندما انقصت الدول العربية انتاجها ٢٥٪ وهو ما يوازي ٥ مليون برميل تعذر تعويض هذا النقص لعدم وجود فائض طاقة انتاجية بهذا المقدار . فايران ونيجيريا واندونيسيا وفنزويلا مثلا لم تستطع أن تزيد انتاجها لتغطية هذا النقص . وكذلك أمريكا لم يكن لديها ما يكفي لتعويض هذا النقص وخصوصا بعد منع البترول عنها الذي بلغ حوالي ٣ مليون برميل يوميا .

وعدم وجود هذه الطاقة الانتاجية الفائضة له اسباب عديدة نجملها فيما يلي :

**أولا - انخفاض أسعار البترول -** منذ بدأ انتاج البترول في الشرق الاوسط ، تعرضت أسعاره لضغط شديد لخفض أسعاره . أولا بتقييد أسعاره بسعر البترول الأمريكي في خليج المكسيك ثم تانيا بتحديد أسعاره وفق مصالح المستهلكين في أوروبا . وبذلك ظل سعر البترول في الشرق الاوسط يقل أو يزيد قليلا على دولارين للبرميل . وظل على هذا المستوى حتى اوائل السبعينات عندما بدأت أزمة النقد العالمي ، فارتفع قليلا عن هذا المستوى حتى بلغ حوالي ٣ دولارات للبرميل في أكتوبر ١٩٧٣ . وفي منتصف أكتوبر ١٩٧٣ اتحدت الدول المنتجة للبترول قرارها الهام برفع أسعار البترول ، فارفعت أسعاره تدريجيا الى أن وصل قيمته الحالية وهي حوالي ١١٫٦

دولار للبرميل من البترول العربى الخفيف (جدول رقم ١) . وقد ترتب على انخفاض سعر البترول طوال السنوات الماضية نتائج عديدة منها : -

( جدول رقم ١ )

تطور أسعار البترول فى الشرق الأوسط محتلا فى  
سعر البترول العربى الخفيف من درجة ٣٤ فوب  
رأس تنورة بالخليج العربى

السعر	السنوات
١٣٣ دولار	متوسط الفترة من ١٩١٣ - ١٩٤٧
١٧٢	١٩٥٠
١٩٣	سبتمبر ١٩٥٦
٣٠٨	يوليه ١٩٥٧
١٩٩	فبراير ١٩٥٩
١٨٠	سبتمبر ١٩٦٠
٢١٨	فبراير ١٩٧١
٢٢٨	يونيه ١٩٧١
٢٤٧	يناير ١٩٧٢
٢٥٩	يناير ١٩٧٣
٢٧٤	ابريل ١٩٧٣
٢٨٩	يونيه ١٩٧٣
٢٩٥	يوليه ١٩٧٣
٣٠٠	اغسطس ١٩٧٣
٥١١	اكتوبر ١٩٧٣
٥١٧	نوفمبر ١٩٧٣
١١٦٥	يناير ١٩٧٤

١ - الاندفاع فى استهلاك البترول وخاصة فى امريكا التى يبلغ متوسط استهلاك الفرد فيها ١١ طن سنويا مقابل ٥ - ٦ طن فى أوروبا ومقابل ما متوسطه ٣ طن للفرد فى العالم ، ويتمثل ذلك فى الاندفاع باستخدام السيارات الخاصة التى تستهلك البنزين بنسبة بحيت أصبحت الوسيلة الاساسية للانتقال بدلا من وسائل النقل الجماعية كالانوبيسات والقطارات وما يترتب على ذلك من ارتفاع استهلاك الفرد / كيلو متر الذى يبلغ فى حالة السيارة الخاصة أربعة امثال استهلاك الفرد / كيلو

متر في حالة استخدام الاتوبيس ، ويساوى ٥٢ مرة استهلاك المرد/كيلو متر في حالة استخدام القطار . ويتضح هذا الاسراف بأكثر من ذلك في نقل المهمات كما يتبين من الجدول الاتي : -

متوسط استهلاك الطاقة في عمليات النقل في الولايات المتحدة		الوحدة الحرارية للراكب/كيلو متر
<hr/>		
نقل الركاب بين المدن		
الاتوبيس	١٠٩٠	
القطار	١٧٠٠	
السيارة	٤٢٥٠	
الطائرة	٩٧٠٠	
<hr/>		
نقل الركاب داخل المدن		
الاتوبيس	١٢٤٠	
السيارة	٥٠٦٠	
<hr/>		
نقل البضائع بين المدن		
( الوحدة الحرارية للطن/كيلو متر )		
حطوط الانابيب	٤٥٠	
النقل المائي	٥٤٠	
القطار	٦٨٠	
اللوري	٢٣٤٠	
الطائرات	٣٧٠٠٠	

ويتمثل هذا الاسراف أيضا في عدم الاهتمام بالمواد العازلة في بناء المساكن والمكاتب ، نظرا لان تكلفة هذه المواد العازلة أكبر من تكلفة ما يضيع من الوقود اللازم لتدفئة أو تبريد هذه المساكن .

( ب ) عدم اهتمام الشركات في البحث عن البترول في المناطق النائية او المناطق المغمورة بالمياه نظرا لارتفاع تكاليف عملية البحث بها . الامر الذي يجعل الشركات تتجنب العمل بها رغم وجود دلائل كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التي يمكن أوضحت ذلك فيما سبق .

وكذلك عدم اهتمام الشركات بتنمية الحقول القليلة الانتاج والتي يوجد منها الكثير في امريكا باعتبارها ضئيلة الانتاج وأن انتاجها الضئيل لا يحقق للشركات عائدات اقتصادية مجزية تشجعها على الاستغلال . وذلك بالإضافة الى عدم اهتمام الشركات باجراء عمليات الاستخلاص النانوية في حقول البترول القديمة أو اجراء عمليات الاستخلاص . فمن المعروف ان حقول البترول لا تنتج في العادة سوى ٣٠ - ٤٠ ٪ من البترول المخزون بها . وأن زيادة هذه النسبة تحتاج الى حقن المياه او الغازات في هذه الحقول لدفع البترول الى سطح الارض وهي عملية تحتاج الى استثمارات كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التي يمكن استخدامها من هذه الحقول . فمن المفدر مثلا أن عمليات الاستخلاص النانوية تستطيع أن تضيف الى الرصيد الموجود حاليا في امريكا مثلا حوالي ٥٠ بليون برميل بالإضافة الى الرصيد الموجود حاليا في امريكا وقدره ٣٦ بليون برميل الذي يمكن انتاجه بطرق الاستخلاص العادية .

ونتيجة لذلك أصبح مقدار ما يستهلكه العالم سنوياً من البترول يزيد في السنوات الثلاث الأخيرة على مقدار الزيادة في رصيد البترول خلال هذه الفترة .

**ج - عدم اهتمام الشركات بالبحث عن موارد بديلة للبترول** كانتاج البترول الصناعي من الفحم والرمال والطفلة البترولية رغم ما نستطيع أن تعطيه هذه الموارد الطبيعية من كميات هائلة من الطاقة ، ولكن نظراً لارتفاع تكلفة استخراجها فإن الشركات تتجنبها طالما بقيت أسعار البترول منخفضة .

**نايما - المبالغة في حماية البيئة** - نتيجة للاهتمام بعدم تلوث الهواء والمياه فقد أصدرت الحكومات قوانين تمنع استخدام كثير من موارد الطاقة ومنها أمريكا التي أصدرت في عام ١٩٧٠ قانوناً يمنع استخدام الوفود الذي يحتوي على ١٪ كبريت ، مما يترتب عليه عدم حرق كميات كبيرة من الفحم التي تقدر بحوالي ٣٠٠ - ٤٠٠ مليون طن في عام ١٩٧٥ . وهذا يعني ضروره عوبضها بحوالي ٥٠ مليون برميل يوميًا من الزيت . وكذلك يؤدي هذا القانون الى تقييد استخدام البترول الذي يحتوي على نسبة من الكبريت ( وهو النوع الغالب وجوده في العالم ) قبل معالجة هذا الخام لاستخلاص الكبريت منه . وقد أثرت قوانين البيئة أيضا على تأخير استخدام الطاقة الذرية في أمريكا مما يؤدي الى زيادة احتياج أمريكا لحوالي ٢ مليون برميل يوميا لتعويض هذا التأخير في استخدام الطاقة الذرية .



### علاج مشكلة الطاقة

على هذا فان العلاج الاساسي لمشكلة الطاقة هو العمل على إيجاد طاقة فائضة سواء بالكتف عن موارد بترولية جديدة وتطوير موارد جديدة للبترول والحد من الاسراف في استخدام البترول . لذلك كان رفع أسعار البترول الذي أقدمت عليه دول منظمة الأوبك أخيراً علاجاً مؤثراً لازالة مشكلة الطاقة . ولكن هذا العلاج له في ذات الوقت ردود فعل أخرى قاسية منها : -

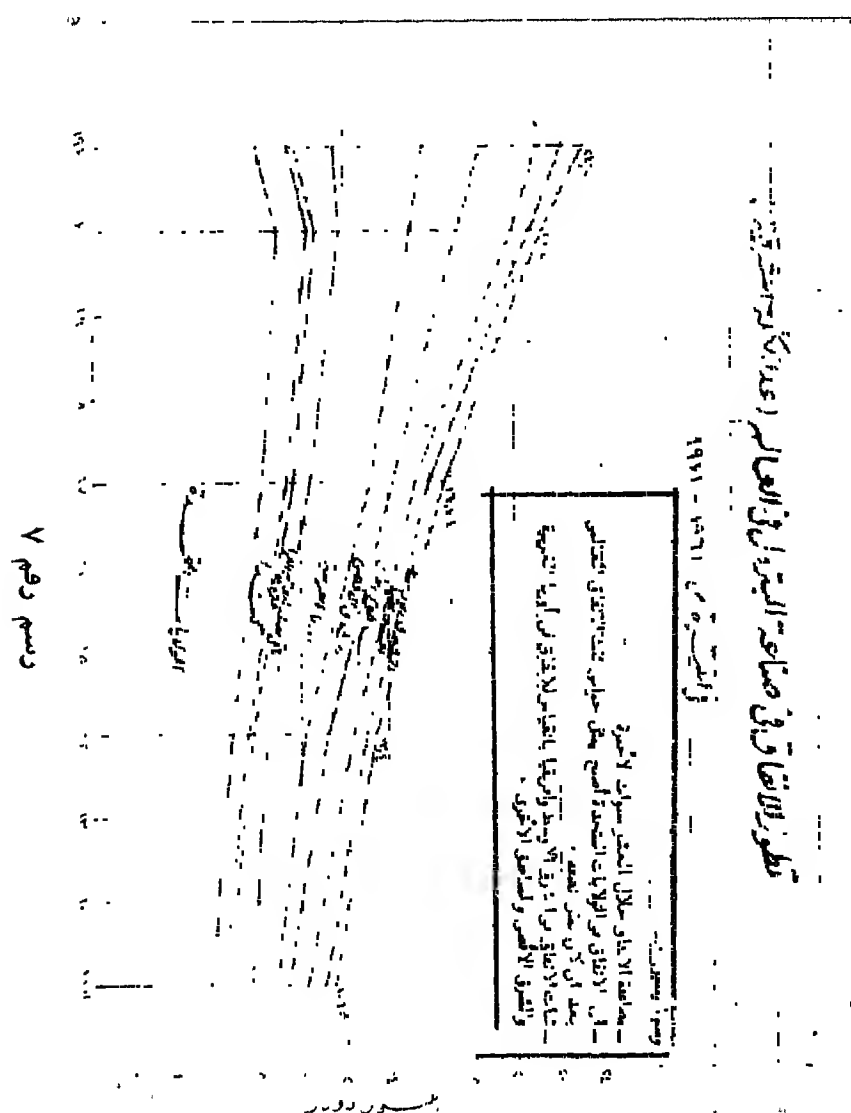
١ - تأثيرها على الدول الصناعية التي تعتمد على البترول كمورد أساسي للطاقة في الوقت الحاضر وما يترتب عليه من رفع تكلفة إنتاجها الصناعي وبالتالي رفع أسعار المنتجات الصناعية الذي يضر بالاقتصاد العالمي .

٢ - تأثيرها على الدول النامية التي لا تصدر البترول بل تستورده كما تستورد أيضا المنتجات الصناعية بأسعارها المرتفعة .

ومن ثم يظهر الحاجة الآن الى تنسيق أسعار البترول وأسعار المنتجات الصناعية من ناحية ، وإلى علاج ما يترتب على رفع أسعار هذه المواد بالنسبة للدول النامية لكي لا يؤدي رفع أسعار البترول الى تفاقم مشكلة التضخم العالمي وإلى إضعاف قدرة الدول النامية .

وليس من شك في أن العلاج السريع لمشكلة الطاقة يكمن في سرعة زيادة ارسدة البترول ، وهذا ما يثير موضوع تكلفة إنتاج البترول واعداده للمستهلك . فصناعة البترول تحتاج الى اتفاق أموال طائلة حتى نستطيع أن توصل البحث عن هذه الموارد ونقوم باعداد حقولها للإنتاج ، وتقوم أيضا بالعمليات اللازمة لنقل وتكرير وتصنيع البترول وتسويقه حتى يصل الى المستهلك . وقد بلغ ما تحمته صناعة البترول في العالم ( باستثناء الكتلة الشرقية ) حوالي ٢٢٣ بليون دولار حتى

ومن هذا يتبين ضخامة الاموال التى تحتاج اليها صناعة البترول للمحافظة على بدفق هذه الطاقة . وقياسا على هذا فمن المقدر ان العالم سوف يحتاج خلال الخمس عشرة سنة القادمة الى اتفاق يبلغ حوالى ١٠٠٠ بليون دولار ، وذلك حسب تقدير بنك تشيز مانهاتن . ولعل داءه هى اهم المشاكل التى تواجهها صناعة البترول ، وهى كيفية تدبير هذه المبالغ الهائلة للمحافظة على تدفق البترول فى العالم .



عبد السميع مصطفى \*

## الطاقة في الحاضر والمستقبل

### مقدمة

يواجه العالم حاليا نقصا كبيرا في الوقود التقليدي ( الفحم والبتروول والغاز الطبيعي ) وارتفاعا في أسعاره - كما يواجه ارتفاعا نسبيا في أسعار الوقود النووي - وبناء على ذلك ازدادت البحوث الجديدة والاهتمامات الكبيرة لاستغلال الطاقات التي لا تفنى مثل الطاقة الشمسية ، وطاقة المد ، وطاقة الرياح ، والطاقة الحرارية داخل الارض وفي المحيطات - كما يبذل المهندسون والعلماء قصارى الجهد لزيادة كفاءة انتاج الطاقة الكهربائية من الوقود التقليدي ومن الوقود النووي - هذا وقد حدث تقدم كبير في نظم ومعدات انتاج ونحويل الطاقة من المصادر

\* دكتور/عبد السميع مصطفى . رئيس مجلس ادارة مركز بحوث المواصلات السلكية واللاسلكية واستاذ غير متفرغ بكلية الهندسة جامعة الاسكندرية - له بحوث ومؤلفات ومدارس بحث في افرع الالكترونيات والكهرباء المختلفة . منحته الجمعية الدولية لمهندسي الكهرباء والالكترونيات بامريكا درجة الزمالة في يناير سنة ١٩٦٧ .

الحرارية ، سواء كانت تقليدية أو نووية ، ومن المصادر الضوئية ، ومن المواد الكربونية الطبيعية وغير الطبيعية ( وغير ذلك ) الى طاقة كهربية مباشرة بدون وساطة الآلات الميكانيكية المتحركة ، كما هو الحال في المعدات التقليدية لتحويل الطاقة حيث يحرق الوقود التقليدي وتتحول طاقته الى حرارة ، وفي حالة الوقود النووي تنشط ذرات المواد الثقيلة او تلتحم ذرات المواد الخفيفة منتجة في اى من الحالتين ذرات أخرى أخف وزنا في مجموعها . ويتحول الفرق بين كتلة الذرات الاصلية وكتلة الذرات الناتجة الى طاقات أهمها الطاقة الحرارية ، وفي جميع الحالات التقليدية تنتج الطاقة الحرارية البخار او تسخن الغازات ، فيضغط البخار أو نضغط الغازات على الآلات الميكانيكية فتديرها ، وتدير الأخيرة المولدات ( اى المنتجات ) الكهربية لانتاج الطاقة الكهربية - وبذلك اما تزداد كفاءة التوليد والتحويل ، أو يقل وزن المعدات اللازمة . وفي كلتا الحالتين تقل الضوضاء فتزداد كفاءة العاملين .

أن أهم المعدات الحديثة لانتاج وتحويل الطاقة الكهربية هي المعدات الكهربية التي تعمل بنظام ديناميكية الموائع المغناطيسي ، وفيها يتحول ضغط الغازات المؤينة ( ذات التوصيل الكهربى المتوسط ) الى حركة فتسرع هذه الغازات داخل مجال مغناطيسى فنتج طاقة كهربية - أو ننتقل فيها جزء من كمية حركة أبخرة مضغوطة الى معدن منصهر ( جيد التوصيل الكهربى ) فيسرع داخل مجال مغناطيسي منتجا طاقة كهربية - ونصل كفاءة التحويل في الوحدات ذات القدرات الكبيرة الى ٥٠٪ - ثم المعدات الكيميائية الكهربية ( أى بطاريات الوقود ) وفيها يتحول الوقود الى طاقة كهربية عن طريق التفاعلات الكيميائية بكفاءة عالية تصل الى ٩٠٪ - فاذا علمنا ان أقصى كفاءة المعدات التقليدية لانتاج الطاقة الكهربية هي ٤٠٪ تبين لنا أهمية هذه المعدات الحديثة .

ومن المعدات الحديثة أيضا لانتاج الطاقة الكهربية « المعدات الحرارية الكهربية » « والمعدات الحرارية الايونية » وفيهما تتحول الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٠٪ في الحالة الأولى والى ٢٠٪ في الحالة اثنائية - ثم المعدات الضوئية الكهربية وفيها تتحول الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٥٪ - وبالرغم من أن كفاءة التحويل هنا منخفضة نسبيا الا أن المعدات خفيفة الوزن وتعمل في سكون ، فهي تلائم معدات الفضاء والمعدات الحربية ، بالإضافة الى أنها توائم مصادر الطاقة فيهما وهى الطاقة الشمسية والطاقة النووية . ثم هناك معدات تجمع بين محولات الطاقة الحرارية الايونية والتريينات البخارية تهدف الى الحصول على طاقة كهربية كبيرة بكفاءة أعلى من كفاءة التريينات البخارية التى تعمل بالوقود النووي .

وقد أحدثت ( وسوف تحدث ) المعدات الحديثة لانتاج وتحويل الطاقة انقلابا ثوريا في النظم التقليدية في معظم احتياجات الصناعة ووسائل النقل والاضاءة وغيرها وكذلك في الاحتياجات الخاصة بمعدات الفضاء والمعدات الحربية وفي الاماكن النائية البعيدة عن العمران .

وسوف يشهد الجزء الاول من القرن الحادى والعشرين انتشار معدات انتاج الطاقة الكهربية مباشرة سواء كان ذلك بنظام ديناميكية الموائع المغناطيسى أم بالنظام الحرارى الكهربى ، حيث تتحول الطاقة النووية مباشرة الى طافة كهربية ، متفادين في ذلك الخطوات التقليدية من انتاج البخار في التريينات التى تدير بدورها المولدات الكهربية - كما سوف ينتشر استخدام الطاقة الناتجة من دوران الارض ( طاقة الرياح وطاقة المد ) - ومن المحتمل ايضا أن تؤدي



الابحاث الى نظم سهلة ورخيصة لانتاج الطاقة النووية عن طريق التحام ذرات المواد الخفيفة مع استخدام أشعة الضوء المتناسك ( الليزر ) .

أما أهم نظم ومعدات تخزين الطاقة من الوجهة العملية فهي نظام المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات ، حيث يستخدم فائض الطاقة الكهربائية أثناء الليل ( خاصة في المناطق الصناعية ) في ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية . وفي خلال النهار تتدفق المياه من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الأخيرة بدورها معدات كهربية لانتاج الكهرباء - ثم نظام تحويل الكهرباء الى طاقة كيميائية وتخزينها في بطاريات كهربية . كما ان هناك طرقاً أخرى كثيرة لتخزين الطاقة وخاصة اذا كانت تستهلك في المعدات المتحركة ( مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والفواصات ) أهمها الطاقة المخزونة في الرباط النووي ( بالوقود النووي ) والطاقة المخزونة في الرباط بين ذرات المادة ( الوقود الكيميائي والوقود التقليدي من فحم وزيت ) وبين الذرات المؤينة وغير ذلك .

أما فيما يختص بنقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها فأحدث نظمها هو نقلها على خطوط الضغط الكهربى الفائق سواء كان متغيراً أم مستمراً . ان أحدث النظم في شبكات التوزيع هي استخدام الكابلات الأرضية ، ومن المحتمل ان يشاهد في الجزء الاول من القرن الحادى والعشرين انتشار نقل الطاقة مع استخدام الليزر . كما يبذل المهندسون جهوداً مثمرة في تحويل الغاز الطبيعى الى سائل عن طريق التبريد حتى ١٤٧° مطلقة - وبذلك يمكن نقله لمسافات طويلة بسهولة ويسر ، ذلك لأنه يشغل في الحالة السائلة أقل من جزئين من الألف من حجمه في الحالة الغازية .



#### أ - معنى الطاقة ومعنى تحويلها :

إذا رفع الانسان ثقلاً معيناً يقال انه عمل شغلاً أو بذل طاقة - كذلك اذا جر الحصان عربة يقال انه عمل شغلاً أو بذل طاقة - ان الطاقة هاتين الحالتين هي طاقة ميكانيكية ( أو طاقة حركية ) - الطاقة لا تفنى بل تتحول من نوع الى نوع آخر - ان أبسط الأمثلة الملموسة في تحويل الطاقة هو المثل الآتى : عندما يحرك الانسان ذراعيه ( مثلاً ) في الشتاء فانه يشعر بالدفء وتفسير ذلك ان الطاقة الميكانيكية ( والتي هي حركة الذراعين ) قد تحولت الى طاقة حرارية رفعت درجة الحرارة فشعر الانسان بالدفء .

الشغل الميكانيكى طاقة والحرارة طاقة والكهرباء ( التى تنير المنازل وتدير الآلات ) طاقة ، والوقود ( من فحم وزيت ) طاقة ، بل والمادة نفسها طاقة ، فالمادة طاقة مركزة والطاقة مادة طليقة - ان الغذاء الذى نتناوله في طعامنا طاقة بمعدنا ( بعد تمثيله ) بالحرارة وبالطاقة الميكانيكية اللازمة لتحركاتنا المختلفة - فموضوع انتاج وتحويل الطاقة يشمل الحياة جميعها .

#### ب - مصادر الطاقة :

ان مصادر الطاقة كثيرة ومتشعبة - فهناك طاقة الوقود المخزونة في الارض في صورة فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وهناك طاقة مساقط المياه ( سواء كانت ناتجة من شلالات صنعتها الطبيعة أم من سدود صنعها الانسان ) ، وهناك الطاقة الشمسية ، وهناك طاقة الرياح

( الميكانيكية ) وهناك طاقة المد ، وهناك طاقة التلوج وهى على الجبال الشامخة فهى طاقة وُضِعَ يتحول الى طاقة حركة عند ذوبان هذه الثلوج ، وهناك الطاقة الحرارية بالهواء الذى يحيط بنا والطاقة الحرارية فى القشرة الارضية تحت السطح ، والطاقة الحرارية فى مياه الانهار والبحار والمحيطات ( ولو أن درجة حرارة مصدر الطاقة هنا منخفضة الا أن الكمية الحرارية الموجودة كبيرة نسبيا ) ، كما أن هناك الطاقة الحرارية الهائلة التى فى جوف الارض والتى تُصْنَعُ وتذيب بعض ما فى جوف الارض فيظهر فى شكل براكين ، وهناك طاقة المادة نفسها وهى الطاقة النووية .

### ويمكن تقسيم هذه المصادر للطاقة الى مجموعتين اساسيتين :

**المجموعة الاولى :** وهى الطاقة ذات الكميه المحدودة وتشمل ما يأتى :

١ - الوقود التقليدى ، سواء كان صلبا ( مثل الفحم والنباتات الخشبية ) أم سائلا ( مثل البترول بمشتقاته المختلفة ) أم غازيا ( مثل الغازات الطبيعية ) وجميعها فى تناقص مستمر نظرا للزيادة المطردة فى استهلاكها .

٢ - الوقود النووى وأهم أنواعه ، أكسيد اليورانيوم وأكسيد الثوريوم .

**المجموعة الثانية :** وهى المصادر التى لا نعدم أبدا ( طالما هناك حياة على وجه الارض ) ومن أهمها ما يأتى :

١ - الطاقة الناتجة من مساقط المياه .

٢ - الطاقة الشمسية .

٣ - طاقة الرياح .

٤ - طاقة المد .

٥ - طاقة الثلوج على الجبال الشامخة .

٦ - الطاقة الحرارية داخل الارض وفى مياه المحيطات والبحار والانهار .

يبدل المهندسون والعلماء قصارى جهدهم ويتشجدون أفكارهم فى استغلال هذه الطاقات باكبر كفاءة ممكنة مع أقل النفقات - وفى سبيل ذلك يقومون بتحويل الطاقة عند منابعها ومصادرها الى نوع يمكن نقله ( بأقل النفقات واكبر الكفاءات ) الى مكان استغلالها ، وإلى نوع يمكن تخزينه بأقل النفقات واكبر الكفاءات أيضا حتى يمكن استغلاله فى الوقت المناسب . ومن أمثلة التخزين « المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات » ، **ففى المناطق الصناعية تكون مطالب الكهرباء قليلة أثناء الليل وكثيرة أثناء النهار ، فيستخدم فائض الطاقة الكهربائية ( أثناء الليل ) فى إدارة محركات كهربائية تدير بدورها المضخات لرفع الماء الى خزانات على قمة عالية ، وفى خلال النهار تتدفق المياه بانحدارها من هذه القمة العالية فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الأخيرة بدورها مولدات كهربائية لإنتاج الكهرباء - تصل الكفاءة فى هذه الحالة الى كفاءة أى من التربينات او المضخات وتصل سعة الوحدة منها الى أكثر من مائة ( بل مائتي ) ألف كيلووات - تقل النفقات التى تتطلبها مشروعات التخزين بهذه الطريقة اذا كان هناك خزانات طبيعية على قمة عالية ( ارتفاعها من مائة الى خمسمائة متر ) .**

### ولكن لماذا تحول الطاقة من نوع الى نوع آخر ؟ وما هو هذا النوع الآخر ؟

غالباً ما توجد مصادر الطاقة ( سواء كانت فحماً أم زيتاً أم مساقط مياه أم طاقة رياح أم غير ذلك ) في مواقع بعيدة عن أماكن استغلالها ، فلا بد إذن من نقل الطاقة من منبعها ( مصدرها ) الى مكان استغلالها . ان الطريقة المثلى لنقل الطاقة من مكان الى مكان آخر هي النقل الكهربى لكفاءته العالية وسهولة صيانتة وشغيلة - لابد إذن من تحويل الطاقة ايا كان نوعها قبل نقلها الى طاقة كهربية . أما في المسافات الطويلة فالطاقة الكهربائية ليست الافضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم امكان تخزينها بكفاءة توازى خزن الوقود نفسه ، ونوع الطاقة الافضل في هذه الحالة هو « الايدروجين » فهو أيسر أنواع الوقود نقلاً وخبزناً وأكبرها اقتصاداً - والفكرة الأساسية في اقتصاديات الايدروجين هي « اقامة المحطات النووية » أو « المحطات التقليدية » عند المناطق الساحلية وانتاج الطاقة الكهربائية منها ، ثم استخدام التيار الكهربى المستمر في « التحليل الكهربى » لتحويل مياه البحر المالحة الى عذبة ثم انتاج « الايدروجين » ونقله بالسفن خارج البلاد للتصدير أو نقله داخل الاقاليم للاستفادة به كوقود .



سوف نضطر هنا الى استعمال بعض المصطلحات الخاصة بالطاقة الكهربائية مثل « القدرة الكهربائية » و « الضغط الكهربى » ، و « التيار الكهربى » و « المقاومة الكهربائية » و « الشحنة الكهربائية » و وحداتها العملية جميعاً - لذلك قد يكون من الاصول توضيح معنى هذه المصطلحات ووحداتها العملية باختصار .

✽ **الوحدة العملية للطاقة الكهربائية هي « الكيلووات ساعة »** ( والجهاز الذى يقدرها هو العداد الكهربى ) ، وهى تعادل الشغل الذى يبذل الانسان عند رفع ثقل مقداره ٣٦٧٠ كيلوجراماً مسافة مقدارها مائة متر ، كما تعادل الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة ٣٠٠ لتر من الماء ٥٠ درجة مئوية .

✽ **الطاقة تساوى « القدرة » ( المتوسط ) مضروباً في الزمن** ، فالقدرة هي معدل تغير الطاقة . ان الوحدة العملية للقدرة الكهربائية هي « الكيلووات » وهى تساوى ألف وات . ان المصباح الكهربى الذى قدرته تساوى مائة وات يستهلك طاقة مقدارها كيلو وات ساعة اذا استمر مضيئاً لفترة عشر ساعات .

✽ **« القدرة الكهربائية » ( في أبسط حالاتها ) تساوى « الضغط الكهربى » مضروباً في « التيار الكهربى »** : الوحدة العملية للضغط الكهربى هي ( الفولت ) وللتيار الكهربى هي « الأمبير » .

اذا مر تيار كهربى في مقاومة كهربية نتج عند طرفيها ضغط كهربى يساوى التيار الكهربى مضروباً في المقاومة . ان فتيل المصباح الكهربى هو من الامثلة للموسسة للمقاومة الكهربائية . وأن الوحدة العملية للمقاومة الكهربائية هي « الأوم » ويساوى المقاومة التى اذا مر بها تيار مقداره أمبير نتج عند طرفيها ضغط كهربى مقداره فولت . اذا اتصل مصباح كهربى قدرته ١٠٠ وات بضغط

كهربى مقداره ٢٠٠ فولت يمر فيه تيار كهربى مقداره نصف امبير . ويكتب عادة الرقم الذى يدل على القدرة ، والرقم الذى يدل على مقدار الفولت على غلاف المصباح الكهربى .

✱ **التيار الكهربى هو معدل تغير الشحنة الكهربائية ، أى انه عبارة عن كمية الشحنة الكهربائية التى تتدفق كل ثانية .** الوحدة العملية للشحنة الكهربائية هى « الكولوم » وأصغر شحنة كهربية فى الوجود هى شحنة مايسمى « بالالكترون » وهى شحنة سالبة وتساوى  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم . **فالكهرباء ليست انسيابية المقادير بل هى متقطعة**، أى تتكون من قطع صغيرة مكهربة تسمى الالكترونات . الالكترون هو أحد مكونات ذرة المادة ، ومعنى ذلك أن الكهرباء موجودة فى ذات المادة ، **فالكهرباء لا تخلق ولا تستحدث .** وفيما يلي شرح مبسط لتكوين ذرة المادة :

**ان اصغر جزء يمكن أن تنقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزيء ، أما أصغر جزء يمكن أن تنقسم اليه بالطرق الكيميائية فهو الذرة .**

تتكون ذرة أى مادة من نواة موجبة التكهرب يدور حولها عدد من الالكترونات السالبة التكهرب ، وان الشحنة الموجبة التى تحملها النواة تساوى فى المقدار الشحنة السالبة التى تحملها الالكترونات ، فالذرة فى مجموعها متعادلة كهربيا ، وتنقسم الالكترونات حول النواة الى مجموعات او طبقات ، وأن الالكترونات فى أية مجموعة لها نفس الطاقة الكلية تقريبا ( الطاقة الكلية للالكترونات تساوى طاقته الحركية الناتجة من دورانه حول النواة مضافا اليها طاقة وضع ، وهى طاقة كهربية ناشئة أساسا من شحنة الالكترون السالبة التكهرب وشحنة النواة الموجبة التكهرب ) - كما ان طاقة الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هى أقل طاقة ، وأن الالكترونات هذه الطبقة هى التى تحدد الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة وهى تسمى الالكترونات المتحفزة او المستعدة ، فهى دائما فى حالة استعداد وتحفز للتفاعلات الكيميائية والتوصيل الكهربى . اذا فقدت الذرة احد الكتروناتها ( أو اكثر ) أصبحت « أيونا » ذاشحنة كهربية موجبة ، أما اذا اكتسبت الكترونا ( أو اكثر ) أصبحت أيونا سالبا .

يمر تيار كهربى مقداره امبير ( فى سلك ما ) عندما يمر فى السلك عدد من الالكترونات كل ثانية يساوى واحدا مقسوما على  $1.6 \times 10^{-19}$  أى  $6.25 \times 10^{18}$  الكترون ( أى مايزيد على ستة بلايين البلايين من الالكترونات ) .

اذا حركنا سلكا معدنيا فى مجال مغناطيسى دائم أو مغناطيسى كهربى ( بحيث يقطع الخطوط المغناطيسية لذلك المجال ) نتج عند طرفى السلك ضغط كهربى ، واذا وصلنا طرفى السلك بفيل مصباح كهربى يضيء المصباح ، لقد تحولت الطاقة الحركية ( أى الميكانيكية ) الى طاقة كهربية ، وهذا هو الأساس العريض للمولد ( المنتج ) الكهربى .

وبالعكس اذا مر تيار كهربى فى السلك وهو تحت تأثير المجال المغناطيسى نتج عن ذلك قوة ميكانيكية تحرك السلك ، والسبب فى ذلك أن التيار الكهربى بالسلك سيصحب مجال مغناطيسى فهو مغناطيس كهربى ، فيتنافر أو يتجاذب مع المغناطيس الاصلى نبعثا لاتجاه التيار الذى يمر فى السلك ، لقد تحولت الطاقة الكهربائية الى طاقة حركية ، وهذا هو الأساس العريض للمحرك الكهربى .

## والسؤال الذى يتبادر الآن الى الازهان هو :

### كيف استغل الانسان الطاقة الطبيعية لخدماته ؟

ربما كانت الطواحين المائية الى تدار من مساقط المياه هي أقدم المعدات التى استخدمها الانسان للحصول على طاقة لادارة الآلات ، وبأى بعدها ( وربما معها ) طواحين الهواء ( التى تدار بقوة الرياح ) ، وقد استخدمها الانسان منذ ألفى سنة فى طحن الحبوب ، وخاصة القمح ، وفى ادارة المضخات لرفع المياه ورى الاراضى لزراعها . ومنذ حوالى قرنين من الزمان بدأ عصر الصناعة ، وبدأ معه استغلال الطاقة المخزونة فى الارض من فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وظهرت الآلات البخارية والمحركات الكهربائية . فمنذ ملايين السنين والشمس تسبب فى انتاج ما مقداره مائة ألف مليون طن من مجموعات النباتات كل عام ومثلها من الاوكسجين ، واثناء هذه الحقبة الطويلة من الزمن ماتت وتلاشت الحياة النباتية والحياة الحيوانية وأصبحت مخزونة فى الارض كوقود فى صورة فحم أو زيت أو نباتات خشبية . ومع بداية عصر الصناعة بدأ استغلال هذه الطاقة الطبيعية المخزونة ، ثم اتسعت الصناعة وتشعبت وزاد الاستهلاك من هذا الوقود الطبيعى ، فعند بداية هذا القرن كان الاستهلاك فى جميع العالم يقدر بعدة ملايين من الاطنان سنويا ، أما الآن ، فهو يقدر بعدة آلاف الملايين من الاطنان سنويا - ونحن لا نعلم بالضبط كمية المخزون فى الارض ، ولكننا نستطيع القول بأنه سيأتى اليوم ( عاجلا أم آجلا ) الذى يقل فيه ، بل ويفنى ، هذا المبع الطبيعى من الفحم والزيت - فاحتياجات العالم من الوقود آخذة فى الزيادة ، فى حين ان وقود الفحم والزيت آخذ فى النقصان - وكان من نتيجة ذلك أن اهتم العلماء والمهندسون ، وشحنوا أفكارهم حتى توصلوا الى توليد الطاقة من المادة نفسها أى تحويل المادة الى طاقة : « انها الطاقة النووية » فأمكنهم بذلك خلق مورد آخر للطاقة - ولكن ، هل يستطيع هذا المورد الصناعى سد كفايتنا من الوقود بطريقة اقتصادية ؟ ، ان مقدار الطاقة ( النووية ) التى يستهلكها العالم اليوم سيتضاعف بعد عشرة أعوام . فهل تستطيع الطاقة النووية ان تسد هذا النقص ؟ هذا ليس مجزوماً به ، فهو يتوقف على ماسوف يكون عليه انتاج هذه الطاقة ، ولا نستطيع تقدير هذا المعدل مستقبلا - فهل سنسلم أمرنا الى القدر المجهول ، أم أننا نسعى وراء موارد وطرفى أخرى لانتاج وتحويل الطاقة الطبيعية بكفاءة أعلى ؟ . لقد بذل المهندسون والعلماء ولا زالوا يبذلون جهودا جبارة لزيادة كفاءة التحويل . ففى عام ١٩٠٠ كان كل كيلووات ساعة من الطاقة الكهربائية يتطلب انتاجه ثلاثة كيلو جرامات من الفحم متوسط الرتبة - وفى عام ١٩٢٠ انخفض ذلك الرقم الى ٣١٣ كيلو جرام ، واليوم انخفض اكثر وأصبح أقل من ٣٠٠ جرام .



### ج - تقدير الطاقة الكهربائية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة :

فيما يلى تقدير للطاقات الكهربائية التى يمكن ان تنتج من مصادر الطاقة المختلفة الموجودة على الكرة الارضية :

- ١ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الفحم حوالى ٦٥٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٢ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الأخشاب والمخلفات النباتية الأخرى حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٣ - الطاقة الكهربائية الناتجة من البترول حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٤ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الزيوت التي بالصخور الرملية وبالرمال تقدر بحوالى ٤٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٥ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الغازات الطبيعية حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٦ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الوقود النووي ( المقدّر بحوالى ٥ مليون طن من أكسيد اليورانيوم وحوالى مليون طن من أكسيد الثوريوم ) حوالى ١٠٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٧ - الطاقة الكهربائية الناتجة من مساقط المياه حوالى خمسة ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً .

٨ - الطاقة الكهربائية الناتجة من دفع المياه من المد حوالى خمسة مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً .

٩ - الطاقة الكهربائية التي يمكن أن تنتج من الطاقة الشمسية الساقطة على الكرة الأرضية حوالى ٣٦ ألف مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً ، ولكن مقداراً صغيراً من هذه الطاقة هو الذي يمكن الاستفادة منه .

١٠ - الطاقة الكهربائية الناتجة من دفع الرياح هي حوالى ١٥ مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً ، ولكن خمسة أجزاء من المائة فقط هي التي يمكن الاستفادة منها .

١١ - الطاقة الكهربائية التي يمكن أن تنتج من الطاقة الحرارية داخل الأرض هي حوالى مليون مليون مليون مليون كيلو وات ساعة ، ولكن جزءاً صغيراً جداً من هذه الطاقة هو الموجود في الجزء الخارجى من القشرة الأرضية والذي يبلغ سمكه حوالى ثلاثة كيلو مترات ( من سطح الأرض ) .

**لقد بلغ استهلاك العالم في عام ١٩٦١ من الطاقة الكهربائية حوالى اثنين ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة . وفيما يلي النسبة المئوية للطاقة الكهربائية الناتجة من المصادر التقليدية المختلفة في نفس العام :**

١ - الطاقة الكهربائية الناتجة من مساقط المياه ٦٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٨٪ في المتوسط .

٢ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الفحم والاختساب ٤٨٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٣٪ في المتوسط .

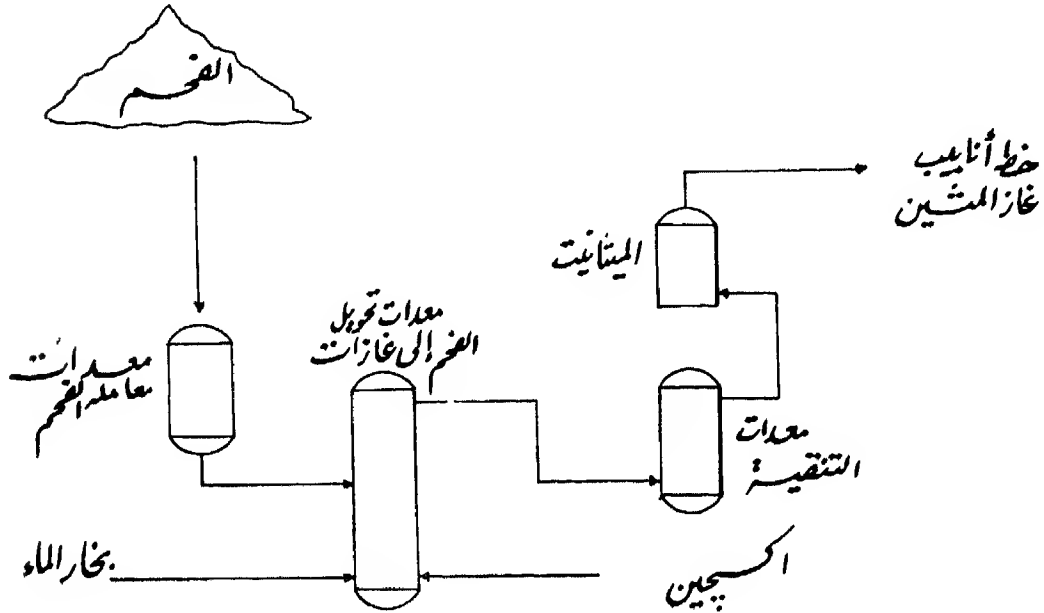
٣ - الطاقة الكهربائية الناتجة من البترول ٣١٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٥٪ في المتوسط .

٤ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الغاز الطبيعي ١٥٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٥٪ في المتوسط .

وبالامتداد الاحصائي نعتقد ان العالم سوف يستهلك في عام ١٩٧٥ طاقة كهربية تقدر بأكثر من خمسة عشر مليون مليون كيلو وات ساعة .

وجدير بالذكر هنا أن نؤكد أن المسئول الاول عن تلوث الهواء ( بل والماء أيضا ) هو الفحم حيث يطلق عند احتراقه ثاني اكسيد الكبريت الضار - ويلى ذلك في المسئولية البترول - اما الغاز الطبيعي فهو أقل انواع الوقود ضررا عند احتراقه . لذلك يقوم بعض المهندسين والكيميائيين بتحويل الفحم الى نوع من الغاز الطبيعي وهو « الميثين » ، وشكل ( ١ ) يبين هذا التحويل ، حيث يتفاعل بخار الماء مع الكربون الذى بالفحم منتجا غازا غنيا بالايديروجين يشبه غاز الميثين ، ثم ينقى من الغازات الاخرى الناتجة من التفاعل والتي أهمها الامونيا وثاني اكسيد الكربون ، ويبقى فقط غاز « الميثانيت » ( وهو يحتوى على الميثين والايديروجين واول اكسيد الكربون ) الذى يمكن تعلية كثافته الحرارية بتفاعلات كيميائية أخرى مع غاز الايديروجين عند ١١٠٠° مطلقة ، ٦٥ ضغط جوى .

• • •



شكل ١

نظام تحويل الفحم الى غاز الميثين .

### د - الآلة الحرارية المثلى -

أهم المعدات الحرارية لتحويل الطاقة هي « الآلة الحرارية » حيث يحرق الوقود ( فحما كان أم زيتا أم غازا طبيعيا ) وتتحول طاقته الى حرارة تنتج البخار أو تسخن الغازات فيضغط البخار أو تضغط الغازات ويتحول جزء من طاقتها الى شغل فيدير الآلات الميكانيكية ( سواء التوربينات البخارية أم الغازية أم غيرها ) والتي تدير بدورها المنتجات ( المولدات ) الكهربائية . وأما باقى الطاقة الحرارية فيخرج مع العادم ( أى البخار أو الغاز بعد تأديته الشغل ) عند درجة حرارة منخفضة ويضيع سدى ولا يستفاد به .

ان كفاءة الآلة الحرارية المثلى ( أى كفاءة تحويل الطاقة الحرارية الى شغل ) تساوى الفرق بين درجة الحرارة المطلقة لمائع التشغيل ( البخار أو الغاز ) ودرجة الحرارة المطلقة للعادم مفسوما على درجة الحرارة المرتفعة وتصل هذه الكفاءة الى ٦٥٪ . يبذل المهندسون قصارى جهدهم للاستفادة بالطاقة الحرارية التى تخرج مع العادم . فقد اقام المهندسون نوعا من التوربينات يجمع بين تربينات البخار وتربينات الغاز ( يسمى بتربينات الغاز والبخار ) وذلك لانتاج الطاقة الكهربائية وفي احد انظمة هذا النوع تستخدم غازات العادم الخارج من تربينة الغاز كحذاء احتراق للمراحل الذى ينتج البخار لتغذية تربينة البخار والنتيجة هو الحصول على طاقة كهربية بكفاءة عالية . تنتج التربينة البخارية الجزء الأكبر من الطاقة الكهربائية ، ذلك لأن التربينات الغازية تعمل بكفاءة منخفضة نسبيا ، ولكن هار خصة الثمن وخفيفة الوزن وسهلة التصميم .

وجدير بالذكر هنا ان كفاءة معدات تحويل الطاقة ( وأقصاها ٤٠٪ ) اقل من كفاءة الآلة الحرارية المثلى ، نظرا لأن جزءا من الطاقة يفقد فى الاحتكاك وفى مقاومة الهواء أثناء الدوران وفى الملفات الكهربائية وغير ذلك مما يسبب ارتفاعا فى درجة الحرارة ، ومما يحد من سعة المعدات - يقل هذا الفقد كلما زادت سعة وحدة الانتاج - لقد مرت التربينات البخارية ( مع معداتها الكهربائية ) فى السنوات الخمس عشرة الأخيرة فى عدة مراحل هادفة الى زيادة سعتها وبالتالى زيادة كفاءتها ، فهناك وحدات تصل سعتها الى ٨٠٠ ألف كيلو وات وأكثر مستخدمة الهيدروجين لتبريد الاجزاء الدوارة والماء المباشر لتبريد ملفات المجال المغناطيسى الساكنة فى المنتج الكهربى وغير ذلك .

**أما أهم المعدات الحديثة لانتاج الطاقة الكهربائية فهي :** المعدات التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى ، والتى تعمل بالنظام الحرارى الكهربى وبالنظام الحرارى الايونى وبالنظام الضوئى الكهربى ، وكلها تشبه الآلة الحرارية التقليدية من حيث أن مصدر الطاقة الحرارية يمد مائع التشغيل بالطاقة الحرارية اللازمة ، فنرفع درجة حرارته ، ولكن مائع التشغيل هنا يقوم بتحويل جزء من هذه الطاقة الى طاقة كهربية مباشرة بدون وساطة الآلات الميكانيكية المتحركة - كما أن مائع التشغيل فى هذه المعدات الحديثة ليس البخار ولا الهواء الساخن وإنما هو « البلازما » أو المعادن المنصهرة ( والتى تستمد طاقتها الحرارية من المفاعلات النووية ) ، وذلك فى حالة المعدات التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى .

أما غاز التشغيل فى حالة المعدات التى تعمل بالنظام الحرارى الكهربى وبالنظام الحرارى الايونى وبالنظام الضوئى الكهربى فهو « الالكترونات » ويستمد هذا الغاز الالكترونى الطاقة الحرارية اما عن طريق تسخين المادة كما فى النظامين الاول والثانى ، أو عن طريق



امتصاص الإلكترونات ( وهى داخل المادة ) للطاقة الضوئية الساقطة عليها كما فى حالة المعدات التى تعمل بالنظام الضوئى الكهربى .

أما المعدات الكيميائية الكهربائية ( أى بطاريات الوقود ) فهى تختلف تماما عن الآلة الحرارية ، ولا تخضع لنظام الديناميكا الحرارى المحدود الكفاءة - ففى هذه المعدات يتحول الوقود الكيميائى مباشرة الى طاقة كهربيه بكفاءه تصل الى ٩٠ ٪ .

### هـ - انتاج الطاقة الكهربائية بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى :

يسمى النظام الذى يحرك فيه مائع التسغيل ( غاز البلازما أو المعدن المنصهر ) تحت تأثير المجال المغناطيسى ( لانتاج الطاقة الكهربيه ) بنظام « ديناميكا الموائع المغناطيسى » . ويستمد هذا النظام طاقته فى العاده من الطاقة النووية . ولقد سبق أن ذكرنا أن اصفر جزء يمكن أن تنقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزيء ، أما اصفر جزء يمكن أن تنقسم اليه بالطرق الكيميائية فهو الذرة . **لقد أمكن تفتيت الذرة وتحويلها الى طاقة - فالمادة هى طاقة مركزة والطاقة هى مادة طليقة .**

وتتكون ذرة أى مادة من نواة ( مركز فيها مادة الذرة ) ويدور حولها عدد من الإلكترونات ( يساوى العدد الذرى للمادة ) ذات شحنات كهربيه سالبة - وأن هذه النواة مكونة من عدد من النيوترونات المتعادلة كهربيا وعدد من البروتونات الموجبة التكهرب ، وأن النيوترونات والبروتونات فى حالة تماسك كبير المقدار . **ان قوة التماسك هذه ليست قوة مغناطيسية ولا قوة كهربيه ولا قوة جاذبية ، فطاقة هذا التماسك هى المادة نفسها - انها الطاقة النووية .**

فالطاقة النووية هى اذن المادة نفسها ، ويمكن اطلاقها من عقالها بواسطة انشطار ذرات المواد الثقيلة ( وهى المستعمله حاليا ) أو بواسطة التحام ذرات المواد الخفيفة ( وهذا فى دور التجربة ) - ففى الحالة الاولى تنشطر النواة الثقيلة ( اليورانيوم مثلا ) الى نوات أخف وزنا ، والفرق بين كتلة النواة الاصلية وكتلة المفردات الناتجة من عملية الانشطار هو الطاقة المنطلقة - أهمها الطاقة الحرارية الهائلة والنيوترونات والاشعاعات المختلفة ( أشعة جاما وبيتا والاشعة السينية ) ، ان النواة الثقيلة هى الوقود ، أما المفردات الأخف وزنا فهي الرماذ الناتج من عملية الاحتراق النووى . وتستخدم الطاقة الحرارية الهائلة فى تحويل الماء الى بخار سواء كان الماء تحت ضغط ( ماء مضغوط ) أو فى حالة غليان ( ماء مغلى ) لتشغيل التربينات البخارية أو فى تسخين الغازات أو فى انصهار المعادن أو فى غير ذلك - حيث يقال ان مادة التبريد هى الماء أو الغازات أو المعادن المنصهرة ، حيث انها تقوم بتبريد الوقود النووى .

أما فى الحالة الثانية فتنصهر ( أى تلتحم ) النوات الخفيفة ( وهى نظائر غاز الايدروجين ) عند درجات الحرارة العالية التى تبلغ الملايين لتكون نوات أنقل ( هى ذرات الهيليوم ) ولكن كتلة مجموع النوات الثقيلة أقل من كتلة مجموع النوات الخفيفة والفرق بين هذه وتلك هى الطاقة المنطلقة ، ان النوات الخفيفة فى هذه الحالة هي الوقود فى حين أن النوات الثقيلة هى الرماذ ( أى العادم ) . ان هذا هو الذى يحدث فى الشمس منذ بلايين السنين ( ٥ بليون سنة ) لكى تمدنا بالحياة - تحول أربعة ملايين طن من مادة الشمس الى طاقة فى الثانية الواحدة - ان الجرام الواحد من المادة يساوى نظريا طاقة كهربيه مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة ، فهي تساوى

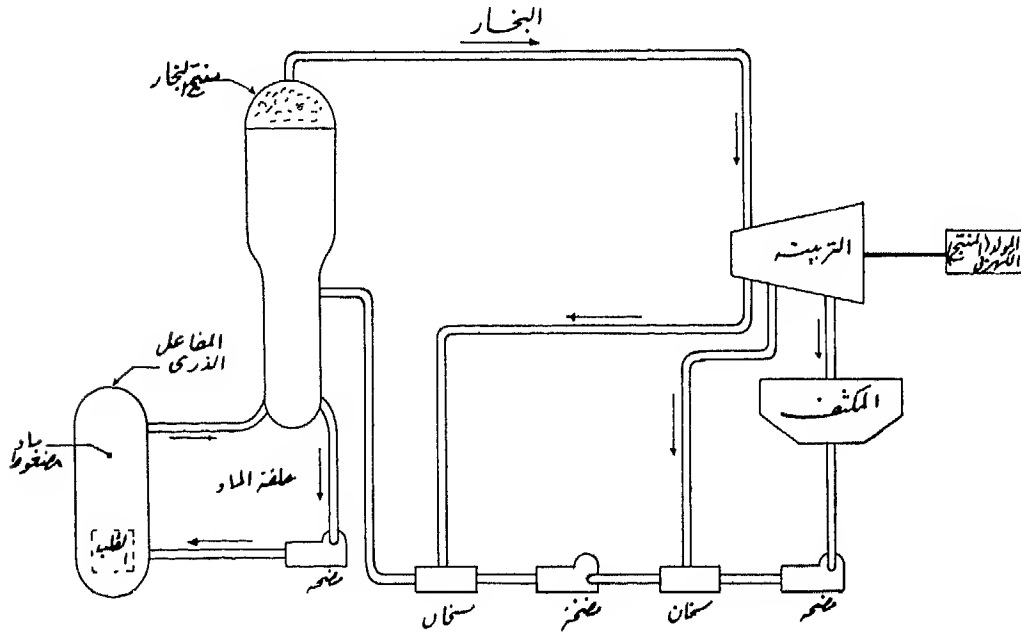
الكتلة مضروبا في مربع سرعة الضوء (  $= 1 \times (3 \times 10^8)^2 \times 10^{-7} / 3600 \times 210$  ) -  
تسمى المعدات التي يحترق فيها الوقود النووي « بالمفاعلات النووية أو الذرية » ويسمى المكان  
الذي يحوى هذه المفاعلات ومعداتنا « بالمحطة النووية » .

وتستخدم الطاقة النووية في تطبيقات عديدة مدنية وعسكرية ، ومن أهم تطبيقاتها المدنية إنتاج  
الطاقة الكهربائية وإنتاج البخار وإنتاج الغازات الساخنة بكفاءة معقولة ، ثم استخدام هذه  
التكنولوجيا في تسيير السفن والطائرات وغيرها من وسائل النقل ، وكذلك في تسيير سفن الفضاء  
وفي دفع الصواريخ وغير ذلك ، وأهم تطبيقاتها العسكرية إطلاق القنابل الذرية الناتجة من  
التفجيرات النووية .

لقد وصل النشاط الانشائي للمحطات العملاقة التي تعمل بالوقود التقليدي ذروته  
( وذلك في البلاد المتقدمة ) وكانت هناك عناية خاصة في اختيار موقع هذه المحطات وعلى أن  
تكون خارج المدن حتى لا تتسبب في تلوث الهواء والمياه لسكان تلك المدن - كما يختار الموقع بجوار  
منابع الوقود بقدر الامكان حتى تقل تكاليفه . وفي أواخر الستينات وأوائل السبعينات ارتفع سعر  
الوقود التقليدي ( لكثرة استهلاكه ) وانخفض نسبيا سعر الوقود النووي ( نظرا للبحوث  
المستمرة في ذلك الموضوع ) واصبحت محطات القوى النووية العملاقة تنافس المحطات التقليدية .  
وسوف يتوقف إنشاء أى محطات تقليدية في النصف الثاني من السبعينات ويزداد معدل إنشاء  
المحطات النووية التي تحوى المفاعلات النووية التي تعمل « بالماء المغلي » والتي تعمل « بالماء المضغوط » .  
لقد بلغت سعة الوحدة النموذجية من المفاعلات النووية اليوم قدرة فائقة هي مليون كيلو وات ،  
وسوف تبلغ مليون ونصف مليون كيلو وات في أواخر السبعينات . ونظرا للاشعاعات الضارة  
تقام المحطات النووية بعيدا عن المدن ، ولكنها في الوقت نفسه يجب أن تكون قريبة من مصادر المياه  
للتبريد . في المناطق الساحلية مثلا ، يمكننا أن نؤكد بالامتداد الاحصائي أن نصف الطاقة الكهربائية  
سوف تنتجها المحطات النووية في عام ٢٠٠٠ - يبين المثل الآتى أهمية تواجد مصادر المياه للتبريد  
قريبة من محطات القوى العملاقة :

يحتاج كل ألف كيلو وات ( من سعة المحطة ) الى ثلاثين لترا من الماء كل ثانية في حالة الوقود  
التقليدي ( الفحم أو الزيت ) والى ٤٥ لترا كل ثانية في حالة الوقود النووي ، وبناء على ذلك  
تحتاج محطة القوى النووية التي سعتها ١٢ مليون كيلو وات الى أكثر من نصف مليون لتر من المياه  
في الثانية ، وهي كمية ضخمة لا يمكن الحصول عليها الا من البحار أو الأنهار الكبيرة . وسوف  
أقدم فيما يلي شرحا مختصرا لمفاعل ذرى يعمل بالماء المغلي وآخر يعمل بالماء المضغوط حتى  
ينكامل الموضوع بالنسبة للقارئ : شكل ( ٢ ) يبين مفاعلا ذريا يعمل بالماء المضغوط لإنتاج الطاقة  
الكهربية - يوضع الوقود النووي داخل المفاعل الذرى في المكان المعد له والذي يسمى بالقلب ،  
ويتكون هذا الوقود عادة من قضبان اسطوانية من ثنائي أكسيد اليورانيوم المطعم بحوالى ٢٥٪ من  
اليورانيوم ٢٣٥ - تتسبب الطاقة الحرارية الهائلة المتولدة من التفاعل النووي في تحويل الماء الى  
خليط من الماء والبخار تحت ضغط مقداره حوالى ٧٠ كيلو جراما على السنتيمتر المربع ، فيتدفق  
البخار الى داخل التبرينة فيديرها ( وتدير الأخيرة المولد الكهربى لإنتاج الطاقة الكهربائية ) ، ثم يتركها  
بعد أن يفقد جزءا كبيرا من طاقته الحرارية ليضخ ثانية الى المفاعل - ولتشغيل البخار بأقصى كفاءة

ممكنة فإن البخار العادم يترك التريبنه بدرجات مختلفة من الطاقة الحرارية ، فالجزء « ١ » من البخار طاقته أكبر من طاقة الجزء « ٢ » وطاقة الاخير أكبر من طاقة الجزء « ٣ » - فعندما يمر الجزء « ٣ » في المكثف ويضخ الماء الناتج بالمضخة « ٦ » مارا بالسخان « ٤ » ينتقل اليه بعض طاقة الجزء « ٢ » ، وبعدما يضخ مرة ثانية بالمضخة « ٧ » مارا بالسخان « ٥ » يمتص بعض طاقة الجزء « ١ » ، ثم يضخ مرة أخيرة بالمضخة « ٨ » الى داخل المفاعل عن طريق « حلقة الماء » - وفي المفاعلات ذات السعة الكبيرة يكون هناك أكثر من « حلقة ماء » - اذ يبلغ عددها اربع حلقات في المفاعلات التي سعتها نصف مليون كيلو وات ، حيث تبلغ الكفاءة ٣٢ ٪ .

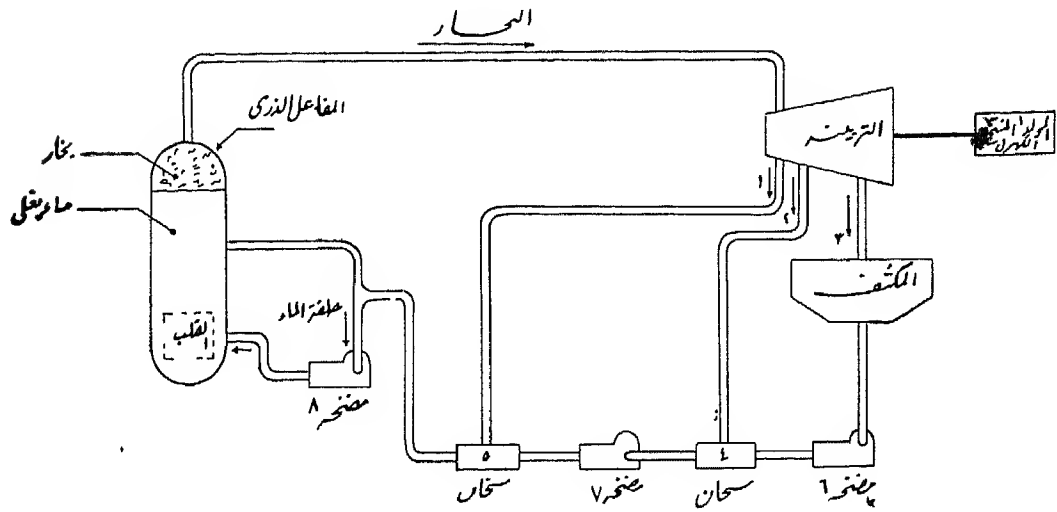


شكل ٢

مفاعل ذري يعمل بالماء المضغوط لانتاج الطاقة الكهربائية .

أما شكل ( ٣ ) فيبين مفاعلا ذريا يعمل بالماء المضغوط ( أى الماء وهو تحت ضغط كبير ) لانتاج الطاقة الكهربائية ، حيث تسبب الطاقة الحرارية المتولدة من التفاعل النووي في تسخين الماء المضغوط داخل المفاعل لدرجة أكبر قليلا من ٣٠٠ درجة مئوية - ثم ينتقل هذا الماء المضغوط الى منتج البخار بواسطة أنابيب حيث يفقد جزءا من طاقته في انتاج البخار فتقل درجة حرارة الماء المضغوط لتصبح حوالى ٢٧٠ درجة مئوية ، ثم يضخ ثانية الى المفاعل . يتدفق البخار الى داخل

التربينة بضغط مقداره حوالى ٥٠ كيلو جراماً على السنتيمتر المربع ، ويستمر العمل كما فى المفاعل الذرى الذى يعمل بالماء المغلى والسابق شرحه . تصل الكفاءة الحرارية الى ٣٠٪ فى المفاعلات التى سعتها نصف مليون كيلو وات .

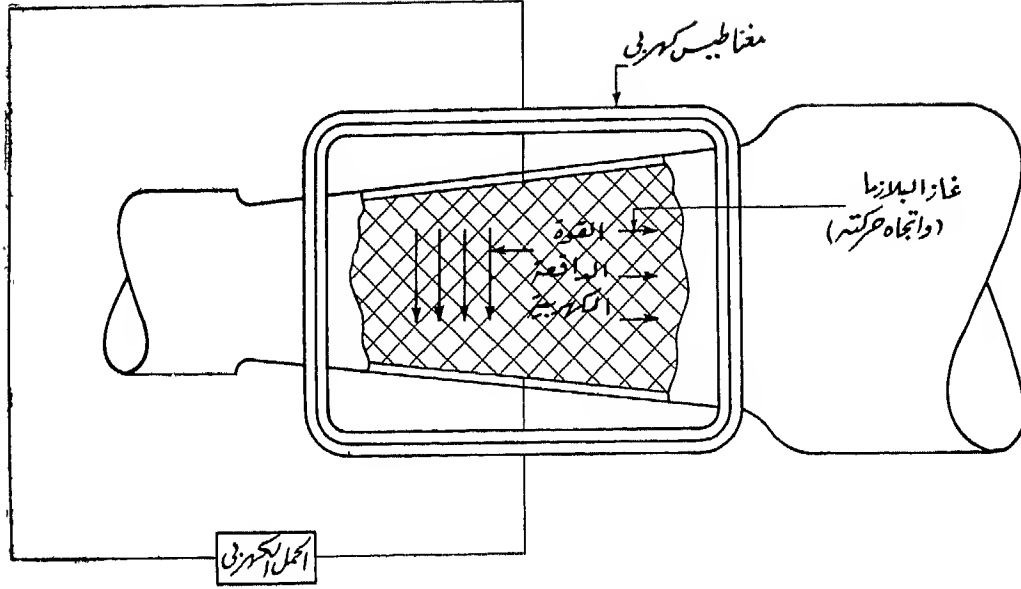


شكل ٣

مفاعل ذرى يعمل بالماء المغلى لانتاج الطاقة الكهربائية .

**نعود ثانية الى المنتجات الكهربائية التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى ، انها آلات حرارية ولكن مادة التشغيل فيها هى غاز البلازما أو المعادن المنصهرة ، وليست البخار أو الهواء الساخن - والبلازما هى غاز فى حالة تأين ، أى غاز فصلت فيه الالكترونات عن الذرات واصبح يتكون من الكترونات طليقة ذات شحنة كهربائية سالبة ، وايونات ذات شحنة كهربائية موجبة ولكن الغاز فى مجموعه متعادل كهربيا ، أى لا هو سالب التكهرب ولا هو موجب التكهرب ، ان البلازما موصلة الى حد ما للكهرباء .**

اذا حركنا سلكا معدنيا فى مجال مغناطيسى نتج عند طرفى السلك ضغط كهربى ، واذا وصلنا طرفى السلك بفتيل مصباح كهربى يضيء المصباح كما ذكرنا سابقا ، لقد تحولت الطاقة الحرارية الى طاقة كهربائية - وعلى هذا الاساس تتولد الطاقة الكهربائية فى نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى كما فى النظام التقليدى .



شكل ٤

النظريات الأساسية في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي .

#### شكل ٤ يبين النظريات الأساسية في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي :

يتدفق غاز البلازما أو المعدن المنصهر من مصدر ذي ضغط كبير المقدار ( من اليسار الى اليمين ) ويمر في مجال مغناطيسي متعامد على حركة الغاز فتتولد قوة دافعة كهربية ( أى ضغط كهربي ) في الاتجاه العمودي على كل من حركة الغاز والمجال المغناطيسي ، فاذا وصلنا حملاً كهربياً بواسطة طرفين مر تيار كهربي في الحمل وحصلنا على طاقة كهربية ( تستهلك في الحمل ) والسؤال الآن هو : من أين حصلنا على هذه الطاقة ؟ انها « طاقة الضغط » التي تجعل الغاز يتدفق من اليسار الى اليمين - ان هذا المنتج الكهربي يماثل المنتج الكهربي التقليدي ، والذي فيه يتحرك موصل من النحاس في مجال مغناطيسي فعندما يتصل السلك بحمل كهربي يمر فيه تيار كهربي وتستهلك طاقة كهربية ، ولكن الطاقة في هذه الحالة طاقة ميكانيكية تأتي عن طريق المحرك الذي يحرك السلك في المجال المغناطيسي - أما من وجهة الديناميكا الحرارية فان عمل المنتج الكهربي في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي يشبه عمل التربينات التي تعمل بالغاز ، ذلك لأن الطاقة التي نحصل عليها من التربينات تأتي عن طريق طاقة الضغط التي تجعل الغاز يتدفق من التربينات .

#### لنبدأ أولاً بالمعدات التي تعمل بالبلازما كغاز تشغيل :

١ - هناك نوعان من هذه المنتجات احدهما يعمل بالدورة المفتوحة والآخر يعمل بالدورة المغلقة - فالنوع الذي يعمل بالدورة المفتوحة هو الأهم ويستخدم فيه الهواء المؤين ، أو الهواء

المطعم بالمواد التي يسهل تأينها والتي تزيد من درجة توصيله الكهربى ، ويستخدم هنا الوقود التقليدى (الفحم مثلا) وتصل درجة حرارة الهواء الى ثلاثة آلاف درجة مئوية ، كما تصل كفاءة الدورة الكاملة ٥٠٪ - ولكن نتيجة للارتفاع الكبير فى درجة الحرارة تظهر بعض الصعوبات التى يجب التغلب عليها وأهمها التآكل والعزل الكهربى . أما فى النوع الذى يعمل بالدورة المغلقة فالوقود هو الوقود النووى ، ولا يحتمل زيادة درجة حرارة غاز التشغيل عن ٨٠٠ درجة مئوية فتقل الكفاءة كما تقل درجة التوصيل الكهربى للغاز ويجدر بنا هنا أن نذكر أن الآلة التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى هى جزء من الآلة الحرارية ، ومعنى ذلك أن زيادة درجة حرارة غاز التشغيل تزيد من كفاءة الآلة .

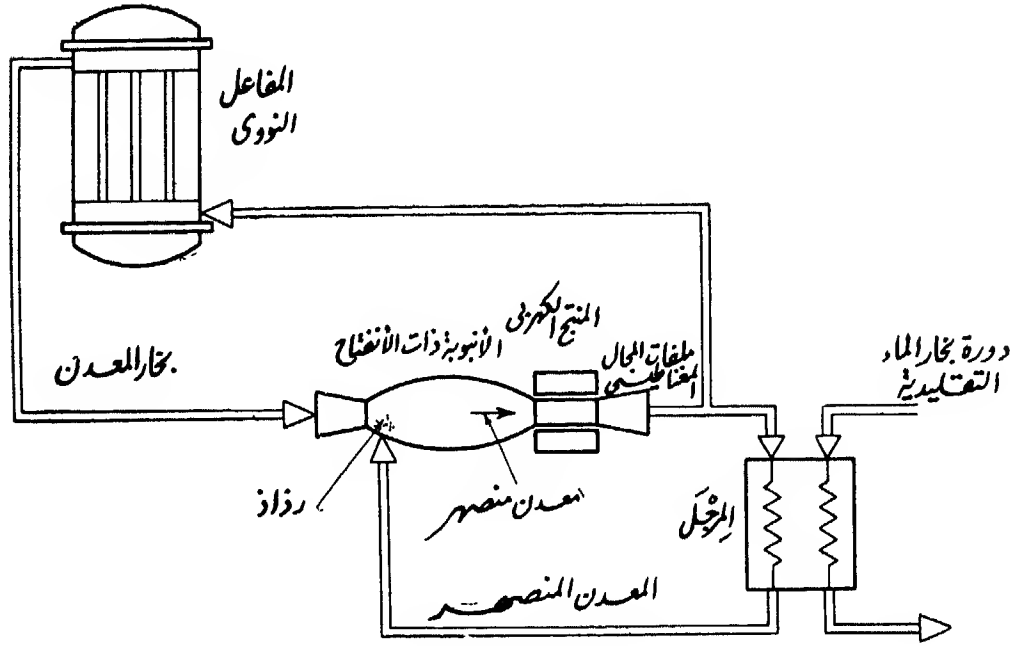
أن الصعوبة الأساسية فى هذه الآلات الكهربائية هى كيفية الحصول على درجة كبيرة من التوصيل الكهربى لغاز التشغيل . تزداد درجة التوصيل الكهربى فى الغاز بمعدل كبير مع الارتفاع فى درجة الحرارة ، ومع ذلك فدرجة توصيل الغازات عند أكبر درجة حرارة يمكن الحصول عليها ، لا تزال منخفضة جدا وغير مفيدة فائدة فعالة ، وللتغلب على هذه الصعوبة يطعم الغاز بمادة يسهل تأينها . فعند اضافة جزء من مائة من مادة البوناسيوم الى لهب الكيروسين والاكسجين نصل درجة توصيل هذا الغاز عند ٣٠٠٠ مئوية الى جزء من مليون جزء من درجة توصيل النحاس ، وهى درجة توصيل كافية ومعقولة وعملية - تتناسب القدرة الكهربائية التى تنتجها هذه المعدات الانتاجية مع درجة التوصيل الكهربى لغاز التشغيل ومع حجم الآلة - أن المفقودات فى هذه الآلة ناشئة من انتقال الحرارة واحتكاك الغاز بالجدران والطاقة الكهربائية اللازمة للملف المغناطيسى ، وهذه المفقودات تقل نسبيتها كلما زاد حجم الآلة . وعلى ذلك فإن آلة واحدة من هذا النوع سوف تبلغ قدرتها عدة مئات الآلاف من الكيلو وات ، وبناء عليه سوف تعمل فى المحطات الكهربائية الحديثة ذات القدرات الكبيرة .

### المعدات التى تعمل بالمعادن المنصهرة كمائع تشغيل :

٢ - لقد تمكن المهندسون من التغلب على صعوبة الحصول على توصيل كهربى معقول عند درجات الحرارة المنخفضة نسبيا ، وذلك باستعمال المعادن المنصهرة الجيدة التوصيل الكهربى كمائع تشغيل .

يمثل شكل ( ٥ ) احد هذه الانظمة - حيث يتبخر جزء من المعدن المنصهر فى المفاعل النووى نتيجة لطاقته الحرارية العالية ، وعند مروره فى الانبوبة ذات الانفتاح يتمدد ، وتحول طاقته الى طاقة حركية ، فيتدفق بخار المعدن داخل الانبوبة - وفى نفس الوقت يدخل المعدن المنصهر فى صورة رذاذ الى الانبوبة ، وعندما يختلط الرذاذ بالبخار السريع يتكثف الاخير حول رذاذ المعدن المنصهر ، ويتبادلان كمية الحركة والنتيجة هى تدفق المعدن المنصهر داخل المنتج الكهربى بسرعة عالية وهو تحت تأثير المجال المغناطيسى فيتحول جزء من طاقته الحركية الى طاقة كهربية - هذا ويمكن الاستفادة بالمعدن المنصهر الخارج من المنتج الكهربى فى انتاج بخار الماء ليعمل فى دورة بخار تقليدية كما فى الشكل . لقد تمكن المهندسون من انتاج الطاقة الكهربائية ذات التيار المتغير ذى الثلاثة أطوار باستخدام نظام المنتج الكهربى الخطى التأثيرى . ولكنى أود أن أضيف هنا انه لا تزال

هناك عقبات يجب التغلب عليها قبل تعميم هذا النظام في محطات القوى الكهربائية المركزية أهمها التخلص من بخار المعدن حتى لا يتدفق إلى المنتج الكهربى فيتلف بعض أجزائه .



شكل ٥

أحد المعدات التى تعمل بالمعادن المنصهرة فى نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى .

٣ - هناك نوع من هذا النظام يربط دورة المعدن المنصهر مع الدورة التقليدية لبخار المعدن أى أن هناك دورة مزدوجة تجمع بين دورة البخار ودورة السائل ( وهو المعدن المنصهر ) ، والهدف من ذلك هو الحصول على طاقة كهربائية أكثر كفاءة وأكثر اقتصاداً من أى من البخار والسائل . وتتلخص أسس هذا النظام فى أن الطاقة الحرارية تنتقل من المفاعل النووى إلى المعدن المنصهر - ثم يتحول جزء من الطاقة الحرارية للأخير إلى طاقة كامنة لتبخير جزء من السائل المنصهر ، ثم تحويل الجزء الأكبر من الطاقة الحركية للمعدن المنصهر إلى طاقة كهربائية فى المنتج الكهربى .

والواقع أن هناك أنواعاً كثيرة من هذا النظام وفيما يلي شرح لأحدها ( شكل ٦ ) :

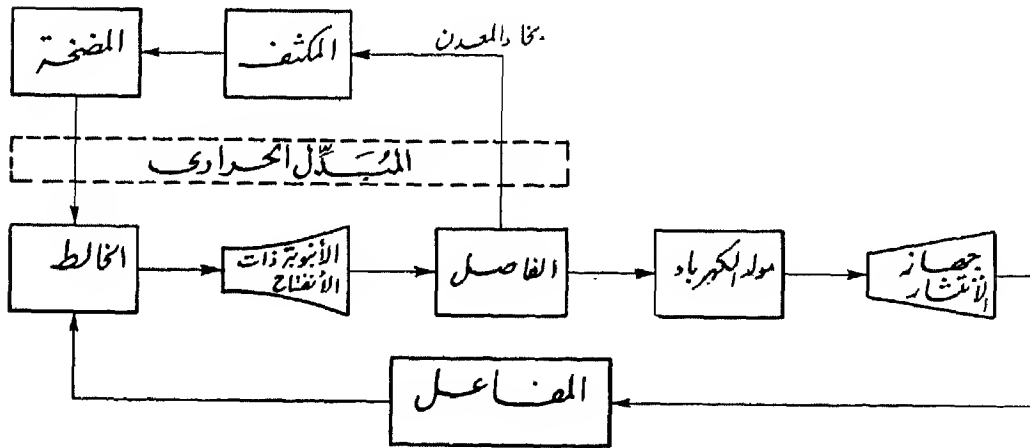
عندما يمر بخار المعدن « بالكثف » يتكثف ويخرج منه وهو فى حالة سائل ، حيث يضخ بواسطة مضخة إلى « الخالط » - وعند ملاسته للسائل الساخن بالخالط - يتبخر - وعند مرور كل من السائل والبخار فى الأنبوبة ذات الانفتاح يتمدد البخار ويتبادل مع السائل كمية الحركة فتزداد سرعة السائل فيتدفق داخل المنتج الكهربى تحت تأثير المجال المغناطيسى منتجا الطاقة الكهربائية .

عندما يتمدد البخار في الأنبوبة ذات الانفتاح ويمر ومعه السائل في الفاصل ينفصل البخار عن السائل حيث يمر الاول في المكثف وتبدأ عملية الضخ ثانية وهكذا .

ولزيادة كفاءة هذه الدورة المزدوجة يمر البخار ( اثناء مروره من الفاصل الى المكثف ) في « مبدل » حرارى فيبرد ، كما يمر السائل بعدضخه في المبدل فيسخن ، كما في الشكل .

وللمقارنة بين استخدام البلازما واستخدام المعدن المنصهر نذكر المثل الآتى : في حالة المعدن المنصهر تصل الكفاءة الى ٥٠٪ عند درجة حرارة أقصاها ٩٠٠ درجة مئوية فقط وتصل الى ٥٥٪ عند درجة حرارة أقصاها ١٢٥٠ درجة مئوية - أما في حالة البلازما ( واستخدام غاز الهيليوم ) تصل الكفاءة الى ٥٠٪ في الدورة المفلقة عند درجة حرارة ١٧٠٠ درجة مئوية ، والى ٥٠٪ في الدورة المفتوحة عند درجة حرارة ٣٠٠٠ درجة مئوية .

• • •



شكل ٦

نظام الجتمع بين دورة السائل المنصهر ودورة البخار في نظام ديناميكا الموائع الفناطيسى .

#### و - بطاريات الوقود :

البطاريات الكهربائية عموما هي معدات لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربية وذلك عن طريق احتراق الوقود الكيميائى ، ونتيجة لهذا الاحتراق تنطلق الالكترونات ( وهى غاز التشغيل ) وتسير في الحمل الكهربى ( وهو مصباح كهربى مثلا ) فتتحول معظم طاقة هذا الوقود الى طاقة كهربية . ان مادة الوقود هي القطب السالب للبطارية ، أما مادة هذا الوقود الى طاقة كهربية . ان مادة الوقود هي القطب السالب للبطارية ، أما مادة الاحتراق ( أى المادة التى سوف تسبب احتراق



هذا الوقود ) فهي أما مادة القطب الموجب ، وأما المادة الناتجة من التفاعل الكيميائي للقطب الموجب ، أي ان مادة الاحراق هي مادة القطب الموجب سواء كانت بطريق مباشر ام بطريق غير مباشر .

والفرق الاساسي بين بطاريات الوقود والبطاريات التقليدية المعروفة هو ان مادة الوقود ومادة الاحراق ( في البطاريات التقليدية ) هما قطبا البطارية نفسهما وهما غالبا مواد صلبة ، اما في بطاريات الوقود فان هذه المواد هي مواد غازية تندفق الى البطارية ( من مصدر خارجي عن طريق أنابيب توصيل ) بمعدل يتناسب مع معدل سحب الطاقة الكهربائية من البطارية . اما الاقطاب فهي منفصلة ولا شأن لها بالاحتراق ، فبطاريات الوقود هي معدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لتخزين الطاقة الكيميائية فقط كما في البطاريات التقليدية .

وتتراوح كفاءة التحويل في بطاريات الوقود بين ٦٠ ٪ ، ٩٠ ٪ كما يتراوح وزنها وحجمها بين جزء من عشرة الى جزء من مائة من وزن وحجم البطاريات التقليدية عندما تنتج نفس الطاقة الكهربائية . وتعتبر بطاريات الوقود احدى انواع البطاريات الابتدائية ، وبذلك يجدر بنا هنا ان نقدم بعض تفصيلات عن البطاريات التقليدية ثم يلي ذلك تفصيل لبطاريات الوقود .

### يمكن تقسيم البطاريات الكهربائية الى مجموعتين هما : البطاريات الابتدائية والبطاريات الثانوية ( او بطاريات الخزن ) .

ينتهي عمر البطارية الابتدائية عندما تتحول الطاقة الكيميائية المخزنة بها الى طاقة كهربية ، أي عندما يتم احتراق الوقود الكيميائي المخزون بها ، أما البطارية الثانوية فان حياتها لا تنتهي عند ذلك ، فعندما تتحول طاقتها الكيميائية المخزنة الى طاقة كهربية يمكن إعادة البطارية الى حالتها الأولى ، أي خزن طاقة كيميائية داخلها مرة أخرى ، وذلك بمرار تيار كهربى فيها ( فى الاتجاه العكسى ) ويسمى هذا « بشحن البطارية » ويمكن شحن البطارية الثانوية مرات عديدة - ومعنى ذلك ان التفاعل الكيميائي في البطاريات الثانوية يجب أن يكون قابلا للانعكاس .

وتتكون البطارية ، سواء كانت ابتدائية أم ثانوية ، من عدد من الخلايا متصلة بعضها ببعض الآخر حتى يمكنها ان تعطى التيار الكهربى والضغط المطلوبين فمثلا تتكون بطارية الراديو ( الستة فولت ) من أربع خلايا متصلة على التوالي كل خلية تعطى ضغطا كهربيا مقداره فولت ونصف ، فالخلية هي وحدة البطارية .

وحيث ان أداء البطارية يتوقف على التفاعل الكيميائي فسوف أقدم شرحا مبسطا للتفاعل الكيميائي عموما ، وحيث ان التيار الكهربى داخل البطارية هو تيار أيونى ( أى يتكون من ايونات ) وليس تيارا إلكترونيا ( كالتيار الكهربى الذى يمر فى الاسلاك خارج البطارية ) ، فسوف أقدم كذلك شرحا مبسطا لعملية التآين .

ان طاقة الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هي أقل طاقة ، وان الالكترونات هذه الطبقة هي التى تحدد الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة ، وهى تسمى « الالكترونات المتحفزة او المستعدة » ، فهى دائما فى حالة استعداد وتحفز للتفاعلات الكيميائية والتوصيل الكهربى كما ذكرنا

سابقا في تكوين الدرة . فعند اذابة كلورودا سوديوم ( وهو الاسم الكيميائي للملح الطعام ) في الماء فانه يتحلل الى ايون من الصوديوم موجب التكهرب ، وايون من الكلورين سالب التكهرب . والمعروف ان عدد الالكترونات المتحفزة في ذرة الكلورين هو سبعة في حين ان لدرة الصوديوم الكترون واحد متحفز . فعند اذابة كلورودا سوديوم في الماء فان الالكترون المتحفز الخاص بذرة الصوديوم يتركها ويلتحق بذرة الكلورين مكونا « ايون كلورين » سالب التكهرب يشتمل على ثمانية الكترونات في الطبقة الخارجية ويصير اكثر تماسكا ، كما تصبح ذرة الصوديوم « ايون صوديوم » موجب التكهرب خال من الالكترونات المتحفزة الحائر . فعند اذابة مادة المحلول الكهربى المركبة الصلبة في الماء فانها تتحول الى ايونات سالبة ، تماما كما يحدث لكلورو الصوديوم الذى سبق شرحه ، وقد يكون هذا التحليل كليا او جزئيا ، اى ان المحلول الكهربى ما هو الا سائل يحتوى على ايونات موجبة التكهرب وايونات سالبة التكهرب ، فهو وسط كهربى ذو توصيل ايونى .

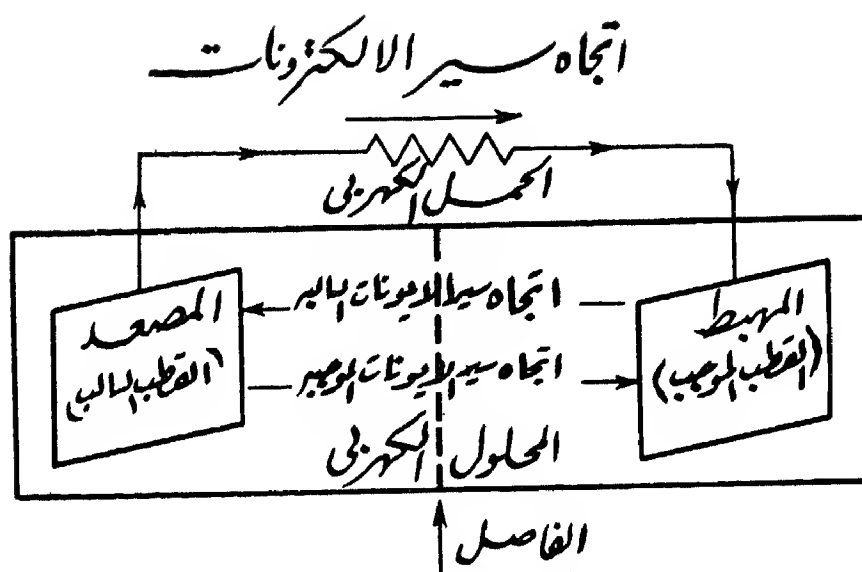
ان جزىء كلورودا سوديوم ( مثلا ) في حالته البلورية الصلبة يتكون في الحقيقة من ايون صوديوم موجب التكهرب وايون كلورين سالب التكهرب ، وذلك حتى يكون الجزىء متماسكا تماسكا شديدا نتيجة لقوة التجاذب الكهربائية بين الايونين . فاذا وضع كلورودا سوديوم في الماء فانه يتعرض للمجال الكهربى لجزئيات الماء ، ذلك لأن جزىء الماء جزىء مستقطب ، بمعنى ان مركز ثقل شحنته الموجبة لا ينطبق على مركز ثقل شحنته السالبة بل يبعد عنه ، فتوجد اذن قوة كهربية بين الشحنتين ، وتحاول هذه القوة الكهربائية ان تغلب على قوة التجاذب بين ايون الصوديوم الموجب وايون الكلورين السالب ، وتحاول ان تبعدهما عن بعضهما فيتفكك رباط التماسك وتزداد المسافة بينهما ويذوب بعض كلورودا سوديوم في الماء وهو في شكل ايونات صوديوم موجبة التكهرب وايونات كلورين سالبة التكهرب - ويحيط ايونات الصوديوم الموجبة التكهرب جزئيات الماء المستقطبة وشحنتها السالبة متجهة نحو ايونات الصوديوم ( نتيجة للتجاذب الكهربى ) كما يحيط ايونات الكلورين السالبة التكهرب جزئيات الماء المستقطبة وشحنتها الموجبة متجهة نحو ايونات الكلورين ، ويسبح الجميع في المحلول .

اما التفاعل الكيميائى فهو ضم ذرات من بعض المواد أو تفرقة ذرات منها بحيث لا يعترى الذرات اى تغيير في شخصيتها أثناء الانضمام أو التفرقة ، وينتج من هذا التفاعل الكيميائى جزئيات تختلف عن الجزئيات الداخلة فيه - فمثلا عند تفاعل الكربون مع الاكسجين تنضم ذرة من الكربون مع ذرتين من الاكسجين ( اى مع جزىء من الاكسجين ) وينتج من هذا الانضمام ( أو التفاعل ) جزىء من ثاني اكسيد الكربون ( هو عبارة عن ذرة من الكربون وذرتين من الاكسجين ) قد يكون التفاعل الكيميائى مصحوبا باطلاق طاقة أو مصحوبا بامتصاص للطاقة ، وذلك تبعا لنوع التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون كهربية ، والسؤال الآن هو : من اين تأتى هذه الطاقة ؟ انها تأتى على حساب الكتلة ، فكتلة المواد المتفاعلة تختلف عن كتلة المواد الناتجة من التفاعل - فاذا كان التفاعل الكيميائى مصحوبا باطلاق طاقة فان كتلة المواد الناتجة من التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون ان هذا الاختلاف في الكتلة هو اختلاف طفيف ، حتى انه يمكننا القول ان لا تغيير في كتلة المواد المتفاعلة من الناحية العملية الهندسية . ان

الكتلة والطاقة تعبران عن شيء واحد ، فالكتلة هي طاقة مركزة والطاقة هي كتلة طليقة - وفي هذا يتشابه التفاعل الكيميائي مع التفاعل النووي، ولكن هناك فرقا أساسيا هو أن ذرات المادة في التفاعل الكيميائي لا يعتربها أى تغيير ، فهي تحتفظ بشخصيتها ولا تتأثر نواتها اطلاقا ، فالذرة تدخل التفاعل الكيميائي ككل وتخرج ككل ، أى تدخل ذرة كاملة وتخرج ذرة كاملة ، والتأثير الوحيد الذى يتركه التفاعل الكيميائي هو توزيع أو تبادل الإلكترونات المستعدة بين الذرات والجزيئات الداخلة في التفاعل - أما في التفاعل النووي فإن نواة المادة تتأثر بالتفاعل ، كما ان التغيير في كتلة المواد المتفاعلة هو تغيير ملحوظ وكبير ، ذلك لأن الطاقة الناتجة من التفاعل النووي كبيرة لدرجة مذهلة ، فالجرام الواحد من المادة يساوى طاقة كهربية مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة .

**ان الطاقة المصاحبة للتفاعل الكيميائي هي الفرق بين طاقة التماسك بين الجزيئات قبل التفاعل ، وطاقة التماسك بين الجزيئات الناتجة من التفاعل - وهذا التماسك ناتج من قوى الجذب الكهربائية والمغناطيسية بين الإلكترونات ونويات جزيئات المادة .** ومن الحقائق المعروفة أن للإلكترونات في أى نظام ذرى ( أى مجموعة من الذرات ) أو جزيئى ( أى مجموعة من الجزيئات ) طاقة ، وتتوقف هذه الطاقة الداخلية على مقدار حركة الإلكترونات وعلى المستوى الطاقى الذى نسير فيه ( ذلك لأن هذه الطاقة ليست انسيابية بل هي متقطعة تقفز من مقدار الى مقدار فهي ذات مستويات محددة ) - فالإلكترونات المتبادلة ( أثناء التفاعل الكيميائي ) لها مستويات طاقات معينة محددة ، وهي في الجزيئات قبل التفاعل الكيميائي ولها مستويات طاقات أخرى ، وهي في الجزيئات الجديدة بعد التفاعل ، والفرق بين هذا وذاك هو الطاقة التي تصحب التفاعل الكيميائي ، فإذا علمنا أن الكتلة الفعالة للإلكترونات تختلف تبعا لمستواها الطاقى تبين لنا أن كتلة المواد الناتجة من التفاعل سوف تختلف عن كتلة المواد الداخلة فيه ، وواضح أن هذا التغيير طفيف جدا ، فهو تغيير في الكتل الفعالة للإلكترونات المتبادلة أثناء التفاعل .

نعود ثانية الى تكوين وحدة البطارية ( الخلية ) - تتكون هذه الخلية من أربعة اجزاء هي المصعد ، والمهبط ، والمحلول الكهربى ثم الفاصل ( شكل ٧ ) - فالمصعد - هو قطب البطارية السالب ، انه الوقود الكيميائي ، حيث تنطلق منه الإلكترونات بسهولة ( وهي غاز التشغيل ) الى دائرة الحمل الخارجية ، وهو يعمل كيميائيا كعامل اختزال بمعنى انه يقوم باختزال الايونات السالبة التكهرب الآتية اليه عن طريق المحلول الكهربى ويتأكسد ( أى يحترق ) هو نتيجة لذلك ، وعندما تنطلق الإلكترونات من المصعد تصبح بعض ذراته أيونات موجبة التكهرب . اما « المهبط » فهو قطب البطارية الموجب حيث يستقبل الإلكترونات بسهولة من دائرة الحمل الخارجية ، فهو يعمل كيميائيا كعامل مؤكسد بمعنى انه يقوم باكسدة جزيئات الماء بالاستعانة بالإلكترونات مكونا أيونات « الهيدروكسيد » السالبة التكهرب والتي سوف تحرق الوقود ، ويختزل نتيجة لذلك . أما **المحلول الكهربى** فهو الوسط الذى تنتقل فيه الايونات ، فالأيونات الموجبة تنتقل من المصعد الى المهبط وتتفاعل كيميائيا مع مادته والأيونات السالبة تنتقل من المهبط الى المصعد وتتفاعل مع مادته . وقد يكون المحلول الكهربى قلويا وقد يكون حمضيا . اما « الفاصل » فهو مادة عازلة ، غير قابلة للتفاعلات الكيميائية ( وهي ذات مسام ) ، لفصل المهبط عن المصعد .



شكل ٧

المكونات الأساسية لوحدة البطارية - مبينا عليها اتجاه سير الالكترونات والايونات اثناء التفريغ ( أى اثناء استهلاك الطاقة الكهربائية ) .

نختار مادة المصعد بحيث تحتوى طبقتها الاخيرة على الكترون واحد ( أو الكترونيين أو ثلاثة ) حتى يسهل انطلاق الالكترونات منها بسهولة - وحيث ان اغلب العناصر المعدنية يتوفر فيها هذا الشرط نجد أن مواد المصعد المستخدمة فى البطاريات هى مواد معدنية وهى :  
 الصوديوم ( الكترون واحد متحفز ) ، المنجنيز ( الكترونان متحفزان ) ، المجنيزيوم ( الكترونان متحفزان ) ، الحديد ( الكترونان متحفزان ) ، والزنك ( الكترونان متحفزان ) ، الالومنيوم ( ثلاثة الكترونات متحفزة ) ، الكادميوم ( ثلاثة الكترونات متحفزة ) ، الانديوم ( ثلاثة الكترونات متحفزة ) ، الرصاص . كذلك يصلح غاز الايدروجين كمادة للمصعد ، ذلك لأن الايدروجين يحتوى على طبقة واحدة بها الكترون واحد ، يستخدم الايدروجين كمادة للمصعد فى بطاريات الوقود .

كما نختار مادة المهبط بحيث ينقصها الكترون واحد أو الكترونان ( تبعاً لما هو متحفز فى مادة المصعد ) لكى تصبح أكثر تماسكاً - ان أغلب مواد المهبط هى اكسيد المعادن أو ثانى اكسيد المعادن أو كلوريد المعادن ، ومن امثلتها : اكسيد الفضة ، اكسيد الزئبق ، اكسيد النحاس ، اكسيد البزموت ، ثم ثانى اكسيد الرصاص ، ثانى اكسيد المنجنيز ، ثانى اكسيد النيكل ، ثم كلوريد الفضة ، كلوريد النحاس . كذلك تصلح جزيئات الاكسجين كمادة للمهبط كما هو الحال فى بطاريات الوقود .

أما المادة المكونة للتي يتكون منها المحلول الكهربى فيجب ان يتوافر فيها شرطان أساسيان

عند اختيارها : الشرط الاول انه يسهل تأينها اذا اذيت في الماء ، وبناء على ذلك يجب أن تتكون من مركب يشتمل على ذرة عنصر معدني ( أو ذرة ايدروجين ) وجزء عنصر آخر ( أو عنصرين آخرين ) بحيث تحتوى الطبقة الاخيرة ( طبقة الالكترونات المستعدة ) للذرة العنصر المعدني على الكترون متحفز حائر ( أو على اثنين أو ثلاثة ) بحيث ينقص الجزء الكترونا واحدا ( أو اثنين أو ثلاثة على الترتيب ) حتى يصبح أكثر تماسكا - ومن أمثلة ذلك هيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الصوديوم ، بروميد المغنيزيوم ، حامض الكبريتيك المخفف وغير ذلك . فعند اضافة الماء الى هيدروكسيد البوتاسيوم يتحلل الى أيون بوتاسيوم موجب التكهرب ( هو عبارة عن ذرة البوتاسيوم وقد فقدت الكترونها المتحفز الحائر ) وإيون هيدروكسيد سالب التكهرب ( هو عبارة عن جزء الهيدروكسيد وقد انضم اليه الالكترون الحائر واصبح أكثر تماسكا ) - وبالمثل يتحلل هيدروكسيد الصوديوم الى أيون صوديوم موجب التكهرب وإيون هيدروكسيد سالب التكهرب - أما بروميد المغنيزيوم فإنه يتحلل الى أيون مغنيزيوم موجب التكهرب ( هو عبارة عن ذرة المغنيزيوم وقد فقدت الكتروناتها المتحفزين الحائرين ) وإيون بروميد سالب التكهرب ( وهو عبارة عن جزء البروميد الذي يتكون من ذرتين من عنصر البروميد وقد انضم الى كل ذرة الكترون ) - ينقص بعد طبقته مساعدة للذرة البروميد الكترون واحد اكي تصبح كاملة العدد - أما حامض الكبريتيك فهو يتحلل الى أيون ايدروجين موجب التكهرب ( هو في الحقيقة ذرتا ايدروجين فقد كل منهما الكترونا ) وإيون كبريتات سالب التكهرب ( أي جزء كبريتات وقد انضم اليه الالكترونان ) .

اما الشرط الثاني فيجب أن يكون هنالك توافق بين مادة المحلول الكهربى وبين مادنى المصعد والمهبط اللذين سيتزاوجان لانتاج وحدة بطارية .



وفيما يلي شرح مبسط لكيفية أداء أحد البطاريات الابتدائية ذات المحلول السائل ولتكن بطارية « الزنك وأكسيد النحاسيك » - ويمكن تطبيق نفس الشرح على أى نوع من أنواع البطاريات ابتدائية كانت أم ثانوية .

تتكون هذه البطارية من مصعد من الزنك ( هو الوقود الكيمايى ) ومهبط من أكسيد النحاسيك ( وهو المادة التي سوف تحترق الوقود أى انه مادة الاحراق ، وهو جزء يشتمل على ذرة نحاس وذره أكسجين ) ومحلول كهربى من الصودا الكاوية ( أى هيدروكسيد الصوديوم ) .

عند اذابة الصودا الكاوية فى الماء تتحلل الى أيون هيدروكسيد سالب التكهرب وإيون صوديوم موجب التكهرب كما ذكرنا سابقا - وحيث أن مصعد الزنك مبلل بالمحلول الكهربى وأن الزنك يسهل تحليله ( كما ذكرنا سابقا أيضا ) الى أيون زنك موجب التكهرب والكترون ( سالب التكهرب ) فيتحد أيون الهيدروكسيد السالب التكهرب مع أيون الزنك الموجب التكهرب ( ويكونان جزيئا من هيدروكسيد الزنك المتعادل كهربيا ) ويخرج الكترون الى دائرة الحمل الخارجية ، ومعنى ذلك أن الزنك قد احترق واطلق غازا الكترونيا نتيجة لذلك الاحتراق . اما

المهبط وهو أكسيد النحاسيك فإنه يستقبل الإلكترون الآتى إليه من دائرة الحمل فيسهل اتحاده مع الماء الموجود بالمحلول الكهربى ، فيتحد جزئان من أكسيد النحاسيك مع جزئ ماء من الماء حيث يتكون جزئ ماء من أكسيد النحاسوز ( وهويشتمل على ذرة أكسجين وجزئ نحاس به ذرتان ) وإيونان هيدروكسيد يتجهان نحوالمصعد ليحرقانه .

يتبين مما تقدم أن المصعد ( وهو قطب البطارية السالب ) تنطلق منه الإلكترونات ( أى غاز التشفيل ) الى دائرة الحمل الخارجية وأنه قد تأكسد ( أى احترق ) - أما المهبط فقد استقبل الإلكترونات الآتية اليه من الحمل واختزل هو من أكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز - كما يتبين أن التيار الكهربى فى دائرة الحمل الخارجية يتكون من إلكترونات فى حين أن التيار داخل المحلول الكهربى هو تيارأيونى يتكون من أيونات . كما يتبين أيضا أن مادة المصعد تتحول تدريجيا من الزنك الى هيدروكسيد الزنك ( الذى يذوب فى الماء ) وأن مادة المهبط تتحول تدريجيا من أكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز ( وهذا الاخير يتحول الى نحاس ) ، ويستمر هذا التحول حتى لا تستطيع البطارية انتاج طاقة كهربية ( الا قليلا جدا ) فينتهى عمرها .

تقدر سعة البطارية عموما بعدد « الامبيرساعة » أو عدد « الوات ساعة » التى تسحب من البطارية اثناء نفيها ، وتعتمد السعة على حجم البطارية وعلى معدل سحب الكهرباء منها - فاذا زاد حجم البطارية زادت سعتها - واذا قل معدل سحب الكهرباء منها زادت سعتها أيضا ، والزيادة الاخيرة ناتجة من زيادة كفاءة تحويل الطاقة من كيميائية الى كهربية .

تنقسم البطاريات الابتدائية الى أنواع مختلفة أهمها البطاريات الجافة والبطاريات ذات المحلول الكهربى الصلب ، والبطاريات ذات المحلول الكهربى السائل .

### وفيما يلي شرح مبسط للبطاريات الثانوية :

يشبه أداء البطاريات الثانوية الى حد كبير أداء البطاريات الابتدائية ، ولكن هناك حديدا ادق لمادة المصعد ومادة المهبط ، ذلك لأن التفاعل الكيمائى عندهما يجب أن يكون قابلا للانعكاس - فالتفاعل الكيمائى الذى يحدث لمادتي المصعد والمهبط عند سحب الطاقة الكهربائية من البطارية يمكن أن يحدث عكسيا عند شحن البطارية ، أى عند امرار تيار كهربى فيها فى عكس اتجاه السحب ، ونتيجة لهذا التفاعل العكسى تسترجع مواد المصعد والمهبط حالتها الاولى قبل سحب الطاقة الكهربائية .

المواد التى تصلح للمصعد والمهبط هى اذن محدودة فهى : الرصاص والحديد والزنك والكادميوم للمصعد ، وثانى أكسيد الرصاص وثانى أكسيد النيكل وأكسيد الفضة للمهبط .

تستخدم البطاريات الثانوية فى تطبيقات متعددة واسعة النطاق ، فمنها ما يتطلب قدرة كهربية تقدر بالآلاف الكيلو وات ( لامداد الفواصات بالكهرباء ) ومنها ما يستلزم بضع اجزاء من الالف من الوات فقط .

هناك خمسة أنواع من البطاريات الثانوية هى : بطاريات الرصاص الحمضية وهى أهمها وأكثرها استعمالا ، وبطاريات النيكل والحديد القلوية ، وبطاريات النيكل والكادميوم ، وبطاريات الزنك وأكسيد الفضة ، ثم بطاريات الكادميوم وأكسيد الفضة .

### بعض تفصيلات عن بطاريات الوقود :

بعد هذه المقدمة عن البطاريات الكهربائية التقليدية نعود الى الموضوع الرئيسي وهو **بطاريات الوقود** : بطاريات الوقود هي معدات لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربية ( ذات بيار مستمر عن طريق التفاعلات الكيميائية ، والننى هي نفاعل أكسدة عند المهبط ( أى القطب الموجب) وتفاعل احتزال أى احتراق الوقود عند المصعد ( أى القطب السالب ) - ونعتبر هذه البطاريات بطاريات ابتدائية ولكنها تختلف عن البطاريات التقليدية فى أن المواد الكيميائية اللازمة للتفاعلات ليست هى أقطاب البطارية ذاتها كما فى البطاريات التقليدية ، وإنما تتدفق هذه المواد الكيميائية الى البطارية من مصدر خارجى عن طريق أنابيب توصيل بمعدل يتناسب مع معدل سحب الطاقة الكهربائية من البطارية ، حيث يحدث التفاعل الكيميائى عند قطبين منفصلين لا تسأن لهما بالتفاعلات الكيميائية - فبطاريات الوقود هى معدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لتخزين الطاقة الكيميائية فقط كما فى البطاريات التقليدية .

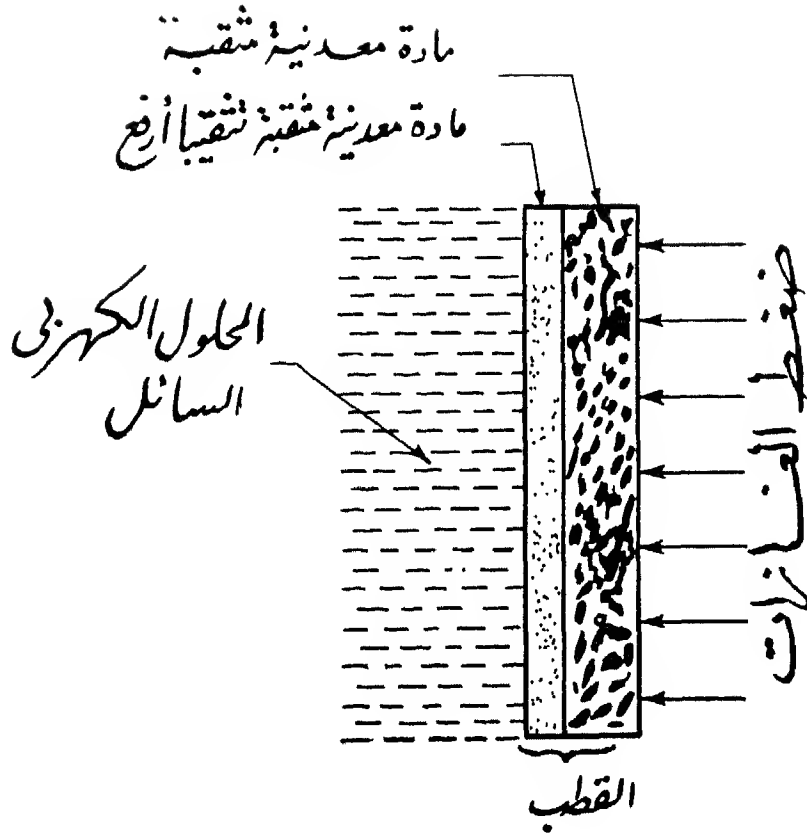
### هناك نظامان من بطاريات الوقود :

( النظام الاول ) وفيه يستعمل الوقود الكربونى ، وهدف هذا النظام هو استخدام طاقة الكربون بأعلى كفاءة ممكنة ، حيث يحول الكربون أولا الى غاز أول أكسيد الكربون أو الى الغاز المائى ، ثم يضغط ليتدفق نحو قطب البطارية السالب ، وفى نفس الوقت يضغط غاز الاحتراق ( الاوكسجين أو الهواء ) ليتدفق نحو قطب البطارية الموجب - ان نتيجة التفاعل الكيميائى النهائية هي اتحاد أول أكسيد الكربون مع الاوكسجين ، فيتكون ثانى أكسيد الكربون ( وهو العادم ) ، ومعنى ذلك احتراق الوقود الكيميائى ليتحول الى رماد .

اما فى ( النظام الثانى ) : يستخدم غاز الايدروجين كوقود ، ونتيجة التفاعل الكيميائى النهائية هى اتحاد جزيئات الايدروجين مع جزيئات الاكسجين فتتكون جزيئات من الماء .

كما يمكن تقسيم بطاريات الوقود الى ثلاثة انواع تبعا لحالة المحلول الكهربى . النوع الاول وفيه المحلول الكهربى سائل ، والنوع الثانى محلوله الكهربى عجينه ( أى شبه صلب ) ، أما فى النوع الثالث فالمحلول الكهربى صلب .

**النوع الاول** : يستخدم عادة غاز الايدروجين كوقود - كما يستخدم الاكسجين او الهواء كغاز للاحراق ( أى الغاز الذى سوف يتسبب فى احتراق الوقود ) - اما المحلول الكهربى السائل فهو فى العادة قلوئى مثل الصودا الكاوية ( هيدروكسيد البوتاسيوم ) ومثل هيدروكسيد الصوديوم - كما تصنع الاقطاب بحيث تسمح لغازات الوقود وغازات الاحتراق بالانتشار خلالها ، حتى تتفاعل الغازات مع المحلول الكهربى السائل ويحدث التفاعل الكيميائى - فهى تصنع من حبيبات أو مسحوق من مادة معدنية ، أو من مادة معدنية مثل النيكل أو الفضة مثقبة ذات مسام أى بثقوب قطر أى منها حوالى جزئين من الالف من المليمتر ، أو من كربون مثقب - ومعنى ذلك أنه لا بد ان تكون هناك منطقة كبيرة على سطح ( وفى داخل جسم ) القطب تتفاعل فيها الغازات مع المحلول الكهربى ( شكل ٨ ) . كما يستحسن ان تتدفق الغازات وهى تحت ضغط ، حتى تمنع المحلول الكهربى من سد المسام ( الثقوب ) .



شكل ٨

انتشار الغازات خلال مادة الأقطاب المثقبة .

ولا يفصل استخدام الوقود الكربونى ( كغاز أول أكسيد الكربون مثلا ) والسبب فى ذلك هو أن ثانى أكسيد الكربون الناتج من احتراق الوقود سوف يتفاعل مع المحلول الكهربى السائل ، فيستهلك المحلول الكهربى ، هذا بالإضافة الى انسداد مسام الأقطاب بأملاح الكربونات .

#### وتتم التفاعلات الكيميائية فى هذا النوع من البطاريات كما يأتى :

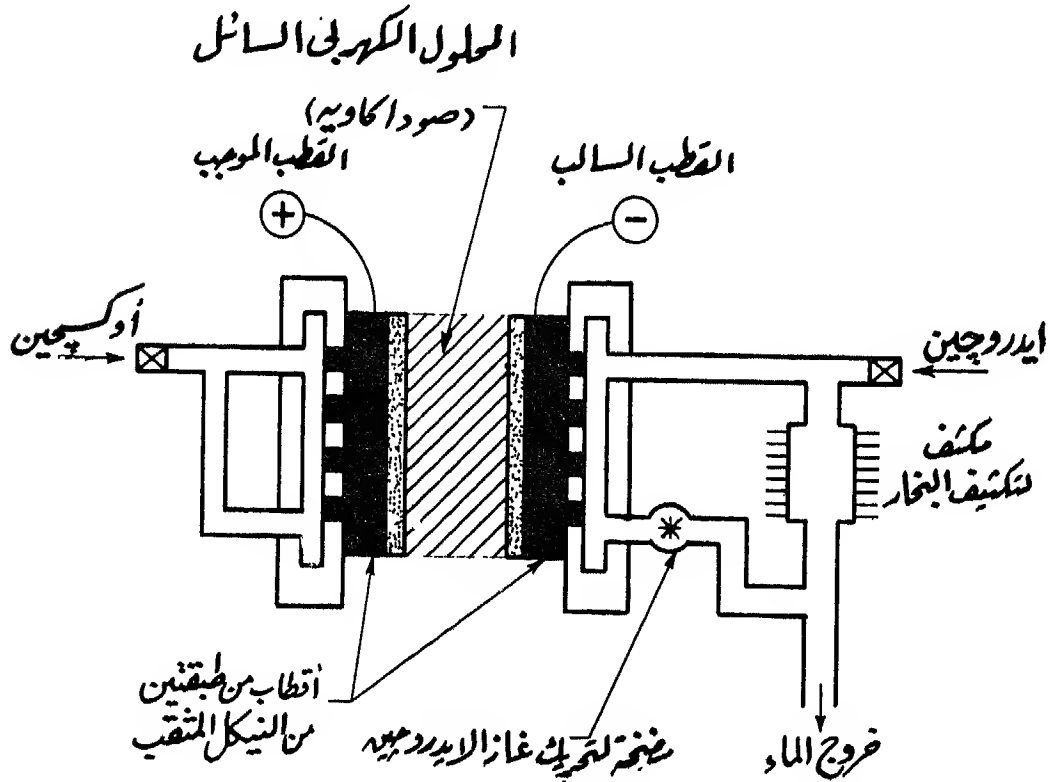
أولاً - التفاعلات عند قطب البطارية السالبة ( المصعد ) : تتحلل جزيئات الايدروجين ( وهو الوقود ) الى ذرات الايدروجين ، ثم يحترق هذا الوقود باتحاده مع أيونات الهيدروكسيد السالبة التكهرب والآتية اليه من القطب الموجب عن طريق المحلول الكهربى ، ونتيجة هذا الاحتراق هو انطلاق الالكترونات ( وهى غاز التشفيل ) الى المحل الكهربى خارج البطارية ، حيث يعمل هذا الغاز الالكترونى شغلا كهربيا هو الطاقة الكهربائية المفيدة ، كما ينتج من هذا الاحتراق جزيئات من بخار الماء .



**ثانياً -** التفاعلات عند قطب البطارية الموجب (المهبط) : تتحد الالكترونات ( الآتية من الحمل الكهربى بعد تأديتها الشغل الكهربى المفيد ) مع الاوكسجين ( وهو غاز الاحراق ، ومع زيئات الماء فتتكون أيونات سالبة التكهرب من الهيدروكسيد أساسا .

وهناك أنواع متعددة من بطاريات الوقود ذات المحلول الكهربى السائل وشكل ( ٩ ) يبين حد هذه الانواع وفيه الاقطاب مصنوعة من النيكل المثقب وهى رفيعة السمك ، اذ يبلغ سمكها الى مليمتر ، وهى تتكون من طبقتين تختلفان عن بعضهما فى مقدار اقطاب التثقيب ، فالطبقة التى تواجه الغازات يبلغ قطر التثقيب بها حوالى ثلاثة أجزاء من المائة من المليمتر ، فى حين أنه سف ذلك فى الطبقة التى تواجه المحلول الكهربى السائل ، وهو يتكون من الصودا الكاوية والى لىغ تركيزها حوالى ٢٥ ٪ - كما ان البطارية مجهزة بمكثف لتكثيف بخار الماء الناتج من التفاعل كيميائى عند قطب البطارية السالب - كما يوجد مضخة لتحريك غاز الايدروجين .

تتكون بطاريات الوقود ذات المحلول الكهربى السائل من عدد من الوحدات ( الخلايا ) قد يصل الى الالف ، كما تنتج هذه البطاريات قدرة كهربية قد تصل الى عشرات الكيلو وات -وهي تعمل عند



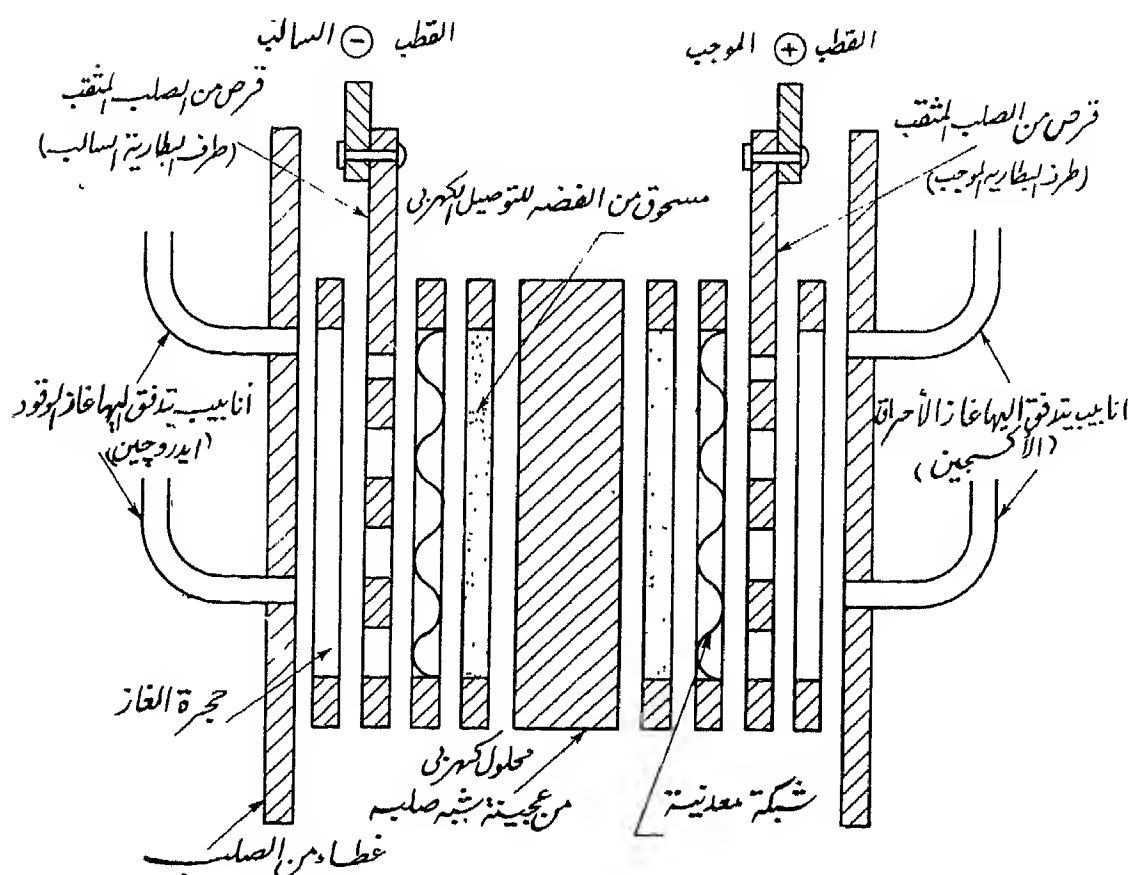
شكل ٩

بطارية وقود ذات محلول كهربى سائل .

درجات حرارة أقل من مائة درجة مئوية وذلك لأن غاز الإيدروجين يتفاعل سريعاً حتى عند درجات الحرارة المنخفضة كما تعمل عند ضغوط معتدلة ، إلا أن بعضها يعمل عند درجات من الحرارة قد تصل إلى ٢٠٠ درجة مئوية وأكثر ، وغازات تحت ضغوط قد تصل إلى خمسين ضغط جوى وذلك للحصول على مقادير أكبر من الطاقة الكهربائية لنفس الأحجام والأوزان .

### النوع الثانى :

يختلف هذا النوع عن النوع السابق الذكر فى أن المحلول الكهربى عجينة شبه صلبة من أكسيد المنجنيز وكربونات البوتاسيوم وكربونات الليثيوم - كما أن سطح الأقطاب مكونة من مسحوق الحديد أو النيكل فى حالة قطب غاز الإيدروجين ( القطب السالب ) وقد يكون من مسحوق الفضة فى حالة قطب غاز الأكسجين ( القطب الموجب ) - كما تجهز بطاريات هذا النوع عادة بشبكات معدنية لتمكين الأقطاب من الضغط على المحلول الكهربى - وشكل ( ١٠ ) يبين إحدى هذه البطاريات .



شكل ١٠

بطارية وقود ذات محلول كهربى شبه صلب .

تعمل هذه البطاريات عند درجات الحرارة المرتفعة نسبياً ( بين ٥٠٠ ، ٨٠٠ درجة مئوية )  
 نهى اذن لا تتطلب غاز ايدروجين نقي كما هو الحال في النوع الاول - كما يمكن استخدام غاز  
 اول اكسيد الكربون والغاز الطبيعي كغازات وقود ، والسبب في ذلك هو امكان الحصول على  
 نيار كهربى كبير المقدار باستخدام هذا الوقود الكربونى عند درجات الحرارة العالية .

تتلخص صناعة هذا النوع من البطاريات في عمل الاقطاب من حبيبات من مادة معدنية  
 نضغط على القرص الذى يحتوى على عجينة المحلول الكهربى ، وتوضع جميعها في وعاء محكم  
 الفلق ومجهز بأنابيب نسمح بمرور غاز الوقود وغاز الاحتراق ولا تسمح بخلطهما .

### النوع الثالث :

يعتمد عمل البطاريات ذات المحلول الكهربى الصلب على الخاصية الآتية :

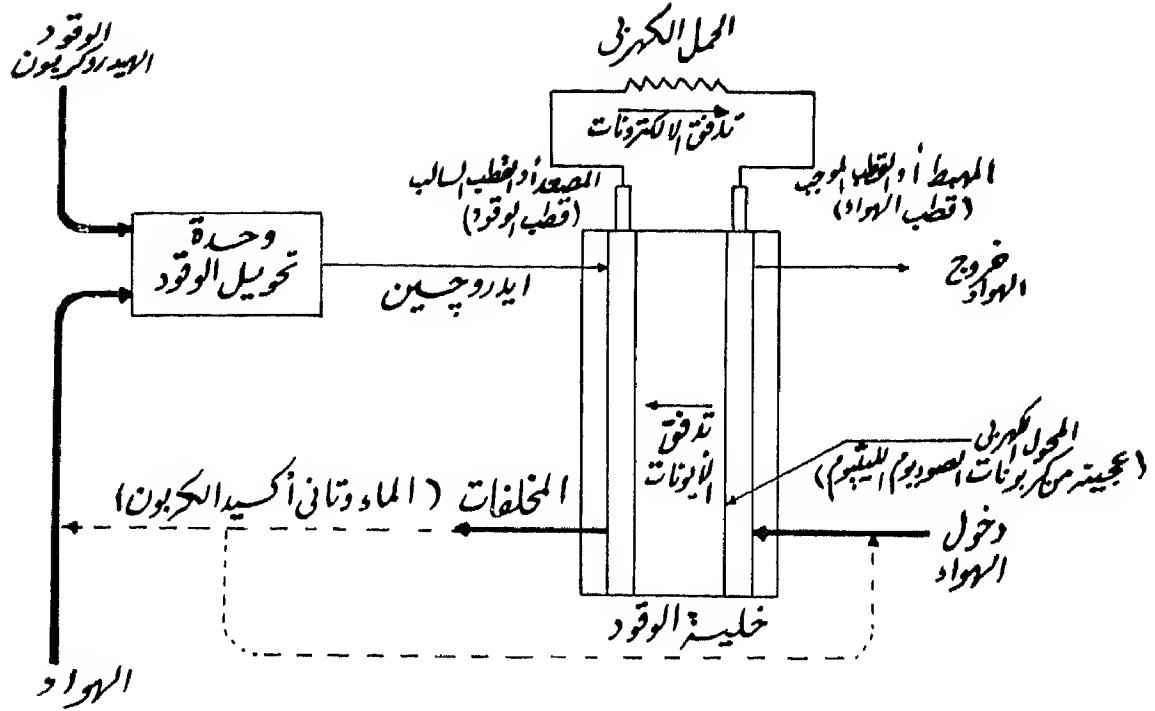
إذا رفعت درجة حرارة بعض المواد الصلبة الى حوالى ١٠٠٠ درجة مئوية فان ايوناتها تصبح  
 قابلة للحركة وتحرك خلال المادة الصلبة ، ومن امثلة هذه المواد « اكسيد الزركونيوم » يستخدم  
 غاز الايدروجين في هذا النوع من البطاريات كوقود ، كما يستخدم غاز الاكسجين كمادة  
 احتراق .



ولا يفوتنا أن نشرح هنا باختصار بطاريات الوقود الهيدروكربونى والتي تعمل ( بالجازولين  
 والكيروسين ووقود الديزل ) مع الهواء والتي سوف يكون المستقبل لها نظراً لتشغيلها بوقود  
 رخيص شائع الاستعمال . هناك نظامان من هذه البطاريات : النظام الاول وهو الاكثر شيوعاً وقدم  
 هو نظام الاحتراق غير المباشر ، أما الثاني فهو نظام الاحتراق المباشر - ففي النظام الاول يتحول  
 الوقود الهيدروكربونى قبل احتراقه الى ايدروجين ( تختلف درجة نقاوته تبعاً لنوع لبطارية ) ثم  
 يحترق هذا الايدروجين عند قطب البطارية السالب أو المصعد ( وهو قطب الوقود ) فنطلق  
 الالكترونات ( وهى غاز التشفيل ) الى الحمل الكهربى خارج البطارية - شكل ( ١١ ) - وعند  
 قطب البطارية السالب أو المهبط ( وهو قطب الهواء ) تتحد الالكترونات ( الواردة من الحمل  
 الكهربى ) مع اوكسجين الهواء مكونة في النهاية جزيئات من الماء تعمل هذه البطاريات بين ٦٠ الى  
 ١٠٠٠ درجة مئوية .

اما في نظام الاحتراق غير المباشر يفاعل الوقود الهيدروكربونى مباشرة عند القطب السالب  
 حيث يحترق مطلقاً الالكترونات الى الحمل الكهربى الخارجى ، وتستكمل الدائرة الكهربائية  
 كما في النظام السابق .

كما لا يفوتنا ان نقارن بين انواع الوقود المختلفة وهى « الايدروجين » ثم الوقود الوسط  
 وأخيراً « الوقود الهيدروكربونى » .



شكل ١١

المكونات الأساسية لوحدة البطارية التي تعمل بالوقود الهيدروجيني والهواء - الضغط الكهربى الناتج هو فولت واحد تقريبا .

ان الايدروجين وقود بسيط ( غير مركب ) قوى التفاعل ، فكل ذرة منه تفقد الكترونا أثناء التفاعل عند قطب البطارية السالب ، وهذا يفسر كثافة التيار الكهربى العاليه التى يمكن الحصول عليها باستخدام الايدروجين كوقود - ولكن للايدروجين بعض العيوب أهمها ارتفاع ثمنه وصعوبة تخزينه . أما « الوقود الوسط » فهو متوسط التفاعل ، متوسط الثمن ، متوسط الطاقة ، ولا توجد صعوبة كبيرة فى تداوله وتخزينه - ومن أمثلته « الأمونيا » و « الكحول الميثيلى » .

لا شك أن المستقبل هو للوقود الهيدروجينى وخاصة السائل منه ، وذلك بالرغم من انخفاض درجة تفاعله المركب ، نظرا لشيوع تداوله ورخصه .

ولا يفوتنى ايضا ان أقارن بين الاكسجين والهواء كغازى احراق . ليس للاكسجين تأثير ضار على عمل البطارية ولا على المحلول الكهربى ولكنه مرتفع الثمن ، بالإضافة الى صعوبة نقله وكبر حجمه وثقل وزنه . أما الهواء فهو مادة احراق بلا من ، الا ان له بعض الاضرار الناتجة من تواجد النتروجين وثانى اكسيد الكربون ، فالاول قد يملأ مسام مادة المهبط فيقلل من وصول الاكسجين اليها بالإضافة الى انه قد يحمل معه ( أثناء مروره فى المحلول الكهربى السائل ) بخار الماء مما يؤثر على عمل البطارية - اما ثانى اكسيد الكربون فله تأثير ضار على المحاليل

الكهربية القلوية وذلك بتفاعله معها ككل أو بترسيبه المواد الصلبة على أقطاب البطارية ، وعلى ذلك يجب إزالة نانى أكسيد الكربون من الهواء قبل استعماله ، أو تغيير المحلول الكهرى بين آونة وأخرى .

ان أيا من أنواع البطاريات السابقة الذكر يجب أن يكون مجهزا بأجهزة أوتوماتيكية لتنظيم كمية الغاز تبعا لكمية الكهرياء المطلوبة ، كما يجب أن يكون مجهزا بمعدات وقاية نتيجة لسوء التشغيل وذلك بتجهيزها بمعدات لتحديد درجة الحرارة وتحديد مقدار التيار الكهرى ومقدار الضغط الكهرى - كما يجب أن لا يتغير المحلول الكهرى بل يبقى بحالته وتكوينه سواء كان سائلا أم صلبا أم شبه صلب - وغير ذلك من التجهيزات .

**ويمكنني أن أذكر بدون مبالغة أن بطاريات الوقود ذات السعة الكبيرة سوف تؤدي الى تغيير جذرى في توزيع الشبكات الكهربية - والسبب في ذلك ان كفاءة التحويل ( في بطاريات الوقود ) كبيرة المقدار فهي تتراوح بين ٥٠ ٪ ، ٩٠ ٪ ولا تعتمد على حجم وسعة البطارية ، وهذا بخلاف المحطات التقليدية لتوليد الكهرياء حيث تزداد الكفاءة كلما زادت قدرة المحطة ، وهذا هو السبب الرئيسى في انشاء المحطات التقليدية بقدرات تبلغ مئات الآلاف من الكيلووات وتوزيعها عن طريق الشبكات الكهربية - ان كل منزل وكل مصنع يمكنه ان يستقل استقلالاً كاملاً بما يحتاج اليه من الطاقة الكهربية ، وذلك باستعمال بطاريات الوقود وخاصة التى تعمل بالوقود الهيدروكربونى وبالهواء كمادة احراق .**

حينما تكون الحاجة ماسة الى تيار كهرى كبير المقدار يبلغ الآلاف من الامبيرات وضغط كهرى صغير المقدار ( عشرات من الفولتات مثلا ) فبطاريات الوقود هي خير من يلبي النداء ، ومن أمثلة ذلك الصناعات الكيمائية الكهربية منسل صناعة السماد حيث غاز الايدروجين ( ولو أنه غير نقى ) وغاز أول أكسيد الكربون ( ولو أنه غير نقى أيضا ) هما منتجات جانبية في هذه الصناعات ، ويمكن استغلالهما كوقود للبطاريات - اما عند شركات تكرير البترول فان هذه الغازات متوفرة ويمكن استغلالها لنفس الغرض - وفي مصانع اللحام بالكهرياء سوف تأخذ بطاريات الوقود مكان الصدارة ، بدلا من وحدات « المحركات والمولدات » الكهربية المستخدمة حاليا ، فبطاريات الوقود سوف تزيد كفاءة العمل ، فهي تعمل في هدوء وسكون .

أما في التطبيقات العسكرية فبطاريات الوقود تمد أجهزة الرادار ( في الخطوط الامامية مثلا ) بالطاقة الكهربية اللازمة لتشغيلها ، كما تمد بعض أنواع الغواصات بالكهرياء .

كما نمد بطاريات الوقود السيارات بالطاقة الكهربية اللازمة لتسييرها .

#### **ز - المعدات الكهربية الحديثة التي تعمل بالنظام الحرارى الكهرى \***

المولدات الحرارية الكهربية هي آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الالكترونات ( وليس البخار أو الهواء الساخن كما في الآلات الحرارية التقليدية ) ، حيث تنتقل الطاقة الحرارية الى هذا الغاز الالكترونى عن طريق تبادل الطاقة بين الالكترونات والهيكل البلورى للمادة المستخدمة ، ثم تحويل طاقة الالكترونات هذه الى طاقة كهربية .

وحيث أن الفترة الزمنية اللازمة لهذا التبادل هي حوالى جزء من مائة ألف من المليون من الثانية ، فهي قصيرة جدا لا تكفى اطلاقا لتسرب الحرارة من الهيكل فيبقى ساخنا ، وهذا هو أحد الاسباب الرئيسية التى تحد من درجة الحرارة ، وبالتالي تحد من كفاءة هذه المعدات ان أقصى درجة حرارة تعمل بها المولدات الكهربائية الحرارية حاليا هي حوالى ٦٠٠ ° مئوية .

ويتوقف عمل هذه المعدات على الظواهر العملية التالية :

✳ عند وضع نقطة تلامس ( تماس ) طرفى سلكين معدنيين مختلفين عند درجة حرارة معينة ، ووضع الطرفين الآخرين عند درجة أخرى من الحرارة ، تتولد قوة دافعة كهربية ( ضغط كهربى ) فيمر تيار كهربى مستمر نتيجة لهذا الضغط الكهربى ، ومعنى ذلك ان تدفق الطاقة الحرارية من النقطة الساخنة الى النقطة الباردة يحمل معه شحنة كهربية . يتوقف مقدار الضغط الكهربى على الفرق بين درجتى الحرارة ، ويسمى الضغط الكهربى لكل درجة حرارة فرق بمعامل ( سيبك ) تبعا لاسم مكتشفة .

✳ اما اذا مر تيار كهربى عند نقطة تلامس معدنيين مختلفين انطلقت طاقة حرارية او امتصت طاقة حرارية تبعا لاتجاه سير التيار ، ويسمى مقدار الطاقة لكل وحدة تيار ( اثناء وحدة زمنية ) « بمعامل بلتبييه » تبعا لاسم مكتشفه ، فكأن التيار الكهربى ( أى الالكترونات المتدفقة ) يحمل معه طاقة حرارية ( من النقطة الساخنة الى النقطة الباردة ) . ان «معامل بلتبييه » يساوى « معامل سيبك » مضروبا فى درجة الحرارة المطلقة .

✳ وعندما يمر تيار كهربى فى مادة متجانسة ( سلك معدنى متجانس مثلا ) ولكن درجة الحرارة مختلفة فى اتجاه طوله امتصت المادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار الكهربى من النقطة ذات درجة الحرارة الاقل الى النقطة ذات درجة الحرارة الأعلى والعكس صحيح ، أى انطلقت من المادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار من النقطة ذات درجة الحرارة الأعلى الى النقطة ذات درجة الحرارة الاقل . تسمى كمية الطاقة الحرارية فى كلتا الحالتين « بحرارة تومسون » تبعا لاسم مكتشفها - وهى تتناسب مع مقدار التيار الكهربى ومع الفرق بين درجتى الحرارة .

ان أكبر كفاءة امكن الحصول عليها حتى الآن باستخدام معدني البزموت والانتيمونى هي ٣ ٪ ، فى حين أن الكفاءة تصل الى ١٠ ٪ باستعمال المواد شبه الموصلة ، والسبب فى ذلك ان مقدار معامل سيبك فى المواد المعدنية صغير ، فى حين ان المواد شبه الموصلة يمكن اختيارها وتطعيمها صناعيا بمواد أخرى حتى تصبح ذات درجة توصيل كهربى كبيرة وذات معامل سيبك معقول المقدار أيضا .

**ان المواد شبه الموصلة هي المواد الفعالة فى المولدات الحرارية وبناء على ذلك فسوف نقدم فيما يلى أسس هذه المواد :**

ان التقدم الكبير الذى أحرزته تكنولوجيا المواد شبه الموصلة لفرض صناعة الترانزستور وما سبقه من دراسات ضخمة لعنصرى الجرمانيوم والسيليكون ( وهما من المواد شبه الموصلة يصنع

منهما الترانزستور الى وقتنا هذا ) وما تبع ذلك من دراسات للمواد شبه الموصلة المركبة ، قد أدت جميعها الى التحسين والتقدم الكبير في معدات الانتاج الحرارية الكهربائية الحديثة - ومع أن مادي الجرمانيوم والسيليكون ( اللذين يستخدمان في صناعة الترانزستور ) لا يفيدان في المعدات الحرارية الكهربائية نظرا لارتفاع تمنهما وكذلك نظرا لانهما لا يتحملان درجات الحرارة العالية ( والتي تقرب من درجة الاحمرار ) بدون ان يفقدوا خواصهما الكهربائية ، الا أننا سوف نقدم شرحا مبسطا لهاتين المادتين نظرا لانهما أسهل شرحا من أى مواد شبه موصلة أخرى . ان المستعمل فعلا في المعدات الكهربائية الحرارية هي « مركبات المواد شبه الموصلة » .

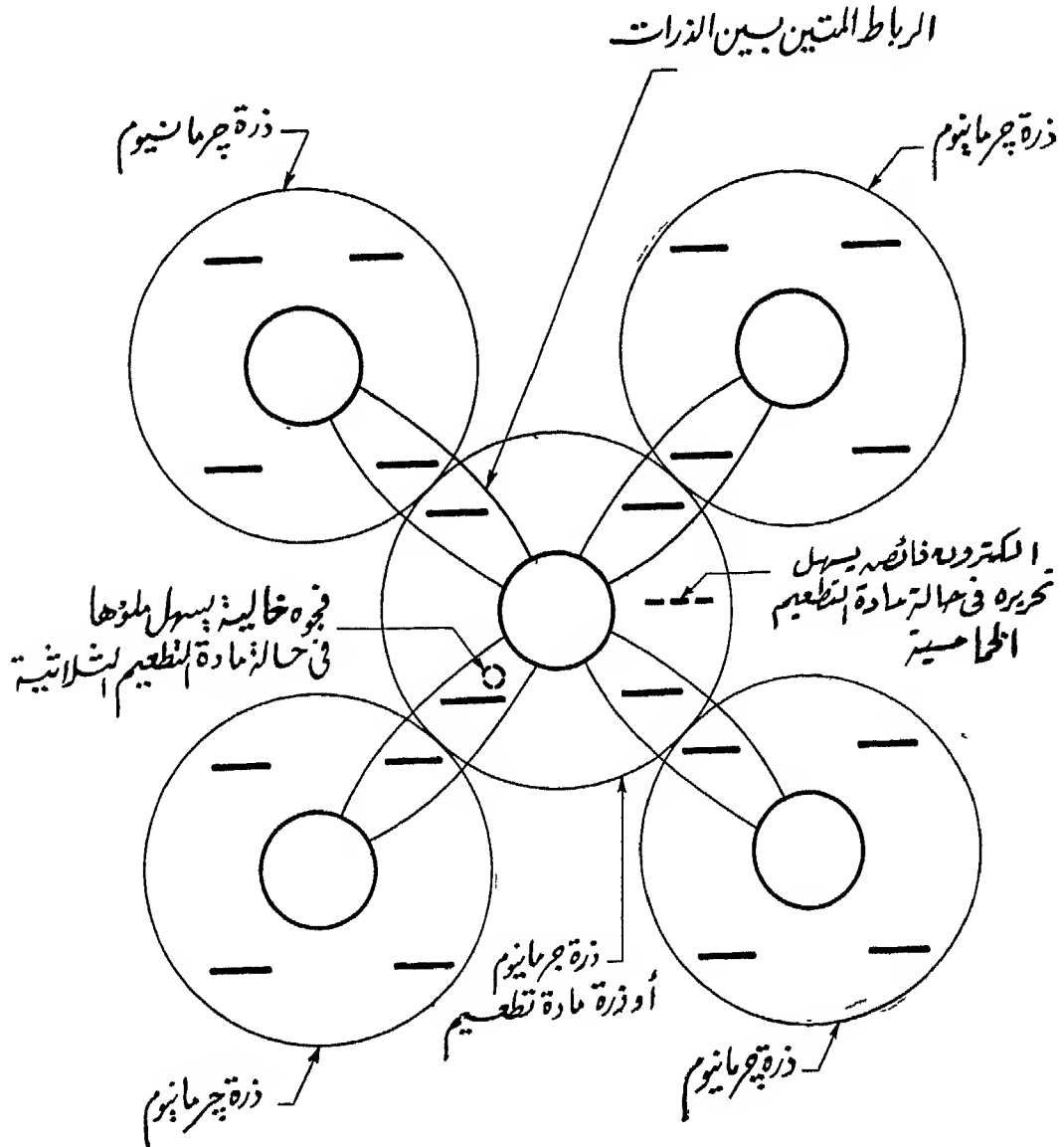
لقد ذكرنا سابقا ان الالكترونات المستعدة ( أو المتحفزة ) وهي الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هي التي تعين خواص المادة ، فإذا كانت طبقة من ذرتها تتحرك داخل المادة في سهولة ويسر فالمادة « معدنية » ذات درجة توصيل عالية للكهرباء ، أما اذا كانت الالكترونات المستعدة مقيدة الى ذرتها بقيد يصعب فكّه فهي مادة « عازلة للكهرباء » ، أما المواد شبه الموصلة فهي بين حالتي المواد الموصلة والمواد العازلة .

ان عدد الالكترونات المتحفزة في أى من الجرمانيوم أو السيليكون أربعة - فإذا تكونت بلورة من الجرمانيوم ( وهي مجموعة كبيرة متناسقة هندسيا من ذرات الجرمانيوم ) بحيث تكون الذرات فيها مرتبة كما في شكل ( ١٢ ) تصبح أى من الذرات وكأنها محاطة بثمانية الكترونات متحفزة . وهذا الوضع في التركيب يماثل تركيب ذرة الغاز الخامل ( الكريبتون ) والذي فيه الالكترونات المتحفزة شديدة التماسك بذرتها لدرجة يصعب معها فك هذا التماسك . ان سبب التماسك الشديد هو الرباط المتين بين ذرات الجرمانيوم والناتج من قوى الجذب الكهربائية . ان درجة التوصيل الكهربى للجرمانيوم في هذه الحالة ( وهي تناسب تناسب طرديا مع عدد الالكترونات السهلة الحركة ، أى تناسب تناسب عكسيا مع درجة تماسك الالكترونات المتحفزة ) صغيرة جدا ، فالجرمانيوم يعتبر مادة عازلة عند درجة الصفر المطلق ، أما عند درجة حرارة الجو العادية فان الطاقة الحرارية تكفى لفصل جزء صغير من الالكترونات المستعدة ( بنسبة الكترون واحد في كل بليون ذرة ) فتزداد درجة توصيله الكهربى قليلا ولكنها لا تزال صغيرة نسبيا . وما ذكرناه عن الجرمانيوم ينطبق على السيليكون .

كيف اذن يمكن زيادة درجة التوصيل الكهربى لهاتين المادتين ؟ يتأتى ذلك عن طريق التطعيم بمادة غريبة فتنتشر ذرات هذه المادة بين ذرات الجرمانيوم ( أو السيليكون ) - ان مادة التطعيم هذه لها شروط معينة ، فالكتروناتها المتحفزة يجب أن تكون خمسة أو ثلاثة - ومن أمثلة المادة الاولى الفوسفور والارسنك والانتيمونى - عندما تطعم مادة الجرمانيوم بأحد هذه المواد فان هيكلها يصبح وكأن به الكترون فائض غير ضرورى لتماسك الهيكل ( شكل ١٢ ) - ان الطاقة اللازمة لفك ( أى تحرير ) هذا الالكترون من الهيكل هي طاقة صغيرة المقدار فهي جزء من المائة من الطاقة اللازمة لتحرير أحد الالكترونات المتحفزة في الجرمانيوم غير المطعم . تسمى مادة التطعيم في هذه الحالة « بالنافع » ويسمى نوع الجرمانيوم « بالجرمانيوم السالب » - وذلك لاحتوائه على الكترونات ضعيفة التماسك فيسهل نقلها داخل المادة من ذرة لأخرى وذلك عند درجة

حرارة الجو العادية - ومعنى ذلك أن الجرمانيوم المطعم يحتوى على عدد كبير نسبيا من الالكترونات سهلة الحركة أى أنه ذو درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار نسبيا .

ومن أمثلة مادة التطعيم ذات الثلاثة الكترونات الألمنيوم والجاليوم والاندسيوم - يصبح هيكل الجرمانيوم المطعم بأحد هذه المواد كأنه يقصه الكترون حتى يتم تماسك الهيكل على الوجه الاكمل ، أى كان به فجوة خالية هى مكان الكترون غير موجود ( شكل ١٢ ) ، تسمى المادة



خمس ذرات من الجرمانيوم ( عند درجة الصفر المطلق ) - كل ذرة ممثلة بدائرة سميكة وحولها أربع شرط تمثل الأربعة الكترونات المتحفزة ، كما يبين الشكل الرباط المتين بين الذرات - يبين الشكل أيضا ذرة مادة تطعيم ذات خمسة الكترونات متحفزة ( الجرمانيوم المطعم السالب ) ، وكذلك ذرة مادة تطعيم ذات ثلاثة الكترونات متحفزة ( الجرمانيوم المطعم الموجب ) .



في هذه الحالة « المنتفع » ويسمى نوع الجرمانيوم المطعم بها « الجرمانيوم الموجب » - ان الطاقة اللازمة لملء الفجوة هي طاقة صغيرة المقدار فهي جزء من المائة من الطاقة اللازمة لفك ( أى تحرير ) أحد الالكترونات المتحفزة في الجرمانيوم غير المطعم وبذلك يسهل ملء الفجوات ، فتظهر وكان الفجوات تنتقل داخل المادة بسهولة وينشر ، وذلك عند درجة الحرارة العادية ويصبح الجرمانيوم ذى درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار نسبيا .

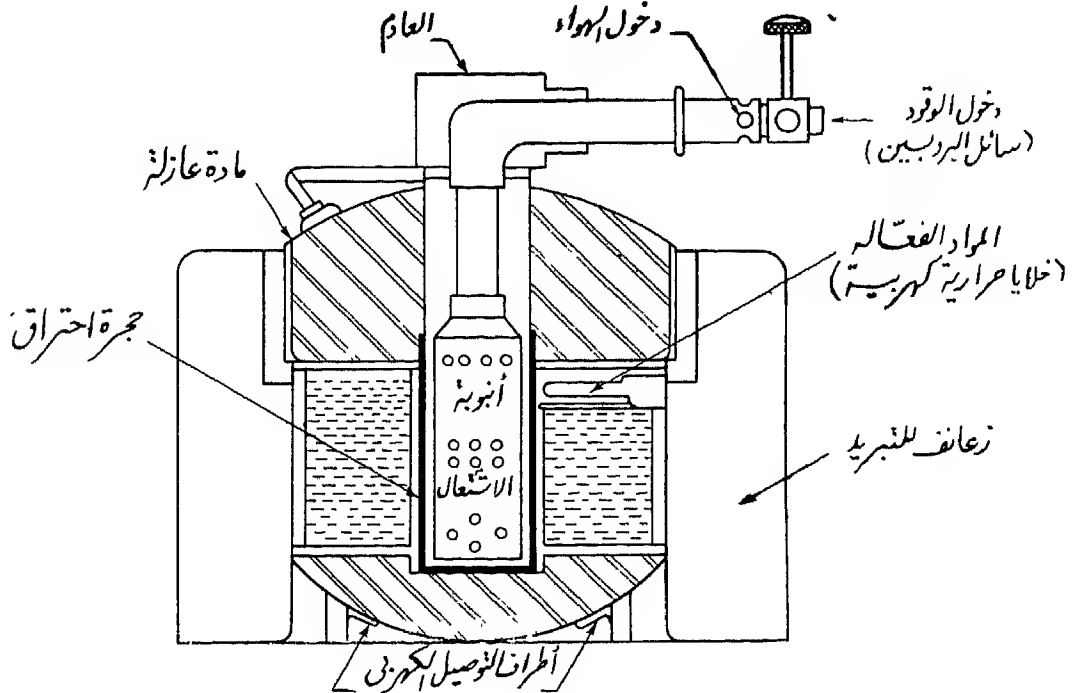
يتبين مما تقدم أنه للحصول على درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار يجب أن تكون نسبة مادة التطعيم كبيرة ، قد تصل الى ملايين من كمية التطعيم في المواد المستخدمة في صناعة الترانزستور ، حتى أنه يمكن تسمية المواد المستخدمة في المعدات الحرارية الكهربائية أنها سبائك « شبه معدنية » وليست « شبه موصلة » فهي أقرب للمود المعدنية ، وبناء على ذلك فلا ضرورة لتنقية المواد شبه الموصلة قبل التطعيم لدرجة عالية من النقاوة كما هو الحال في المواد المستخدمة في الترانزستور ( حيث تصل درجة نقاوتها ١٠ : ١١ : ١ ) وبذلك فهي رخيصة الثمن نسبيا . واذا كان الامر كذلك فلماذا لا نزيد من تركيز مادة التطعيم ؟ الجواب على ذلك أن هناك خصائص أخرى مطلوبة تحد من هذه الزيادة أهمها معامل « سيبك » حيث يزداد مقدار هذا المعامل كلما قل تركيز التطعيم فقد يصل الى بضع أجزاء من الألف من الفولت لكل درجة حرارة ( فرق ) في المواد ذات التطعيم القليل ، ولكن درجة التوصيل الكهربى في هذه الحالة سوف تكون صغيرة المقدار فلا فائدة منها ، وعلى ذلك فإننا نجد أن هناك درجة تركيز تطعيم معينة تجعل كفاءة التحويل أكبر ما يمكن وهى بين ١٠ الى ١٨ ٢١ لكل سنتيمتر مكعب ، وعند هذه الدرجة من التركيز يتراوح معامل « سيبك » بين ٠.٢ الى ٣.٠ جزء من الألف من الفولت .

لقد بينت الأبحاث أن ارتفاع درجة حرارة المركبات شبه الموصلة ( المستخدمة في صناعة المعدات الحرارية الكهربائية ) لا تلتفها ولا تفقدها خواصها الكهربائية كما يحدث لمادتى الجرمانيوم والسيليكون المستخدمين في صناعة الترانزستور ، ذلك لأن مادة التطعيم تعتبر مذابة في محلول صلب مخفف من المادة المركبة شبه الموصلة ، مثلها في ذلك كمثمل مادة المحلول الكهربى الصلب عند إذابتها في الماء في البطاريات السائلة . فعندما تتغير درجة الحرارة تتغير معها درجة الإذابة ، أى تتغير معها درجة تركيز حاملات الشحنات الكهربائية ، ولكن سرعان ما تصل الى قيمة مستقرة عندما تستقر درجة الحرارة عند مقدار معين ، وبناء على ذلك فإن ارتفاع درجة الحرارة لا يؤدي الى تلف المادة المركبة ، وإنما يؤدي الى زيادة حاملات الشحنات الكهربائية . يجدر بنا ان نكرر هنا انه كلما ارتفعت درجة الحرارة زادت كفاءة التحويل .

تتكون اذن وحدة المنهج الحرارى الكهربى من زوج حرارى ، احدى ساقيه مكونة من مادة مركبة تنبه موصلة « موجبة » والساق الاخرى مكونة من نفس المادة شبه الموصلة ولكنها « سالبة » . ان المادة المركبة شبه الموصلة التي تصنع منها معدات الانتاج الحرارية الكهربائية هي سبائك مركبة من مادتين او أكثر ، وحاليا هي « تليريد الرصاص » وهو مركب من التليريوم والرصاص ، وفي حالة النوع الموجب تطعم هذه المادة بمادة « الصوديوم » بنسبة ٣.٠ ر. في المائة ، أما في حالة النوع السالب فتطعم بمادة « أيودين الرصاص » بنسبة ٣.٠ ر. في المائة .

ويستعمل غاز البروبين او الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة نقط تلامس ساقى الازواج الحرارية - كما قد يستخدم التسخين الكهربى لنفس الغرض . هذا ويمكن استخدام طاقة الشمس الحرارية وخاصة عند الاستعمال فى الاقمار الصناعية . وفيما يلي وصف لاحد معدات الانتاج الحرارية الكهربائية الحديثة :

يبين شكل ( ١٣ ) منتجاً حرارياً كهربياً ذا قدرة متوسطة ( حوالى ١٥ وات ) يعمل باشتعال غاز البروبين الطبيعى - يدخل غاز البروبين مع الهواء فى أنبوبة الاحتراق - ويوضع حول حجرة الاحتراق أطراف عدد كبير من الازواج الحرارية ، نصفها من مركب « تليريد الرصاص الموجب » والنصف الآخر من مركب « تليريد الرصاص السالب » حيث أن كل زوج يتكون من ساقين من مادتين مختلفتين هما تليريد الرصاص الموجب ، وتليريد الرصاص السالب - أما الاطراف الخارجية للازواج الحرارية فهى متصلة بزعانف للتبريد ، وبلغ كفاءة التحويل فى هذا المولد ٧٪ . كما أن هناك مولدات حرارية كهربية بنفس التكوين السابق وهى مكونة من حوالى ٣٠٠ زوج حرارى متصلة على التوالي ، وهى ذات قدرة كهربية حوالى ٣٠٠ وات وضغط كهربى عند التحميل حوالى ٣٠ فولت ، وان درجة حرارة النقط الساخنة حوالى ٦٠٠ درجة مئوية ودرجة حرارة النقط الباردة حوالى ١٥٠ درجة مئوية ( نستخدم مراوح للتبريد تستهلك عشر القدرة الكهربائية ) - ويبلغ وزن الجهاز ومعداته أقل من ٤٠ رطلا . هذا ويمكن استخدام التسخين الكهربى بدلا من اشتعال غاز البروبين - ويقدر عمر هذا الجهاز بين خمس الى عشر سنوات .

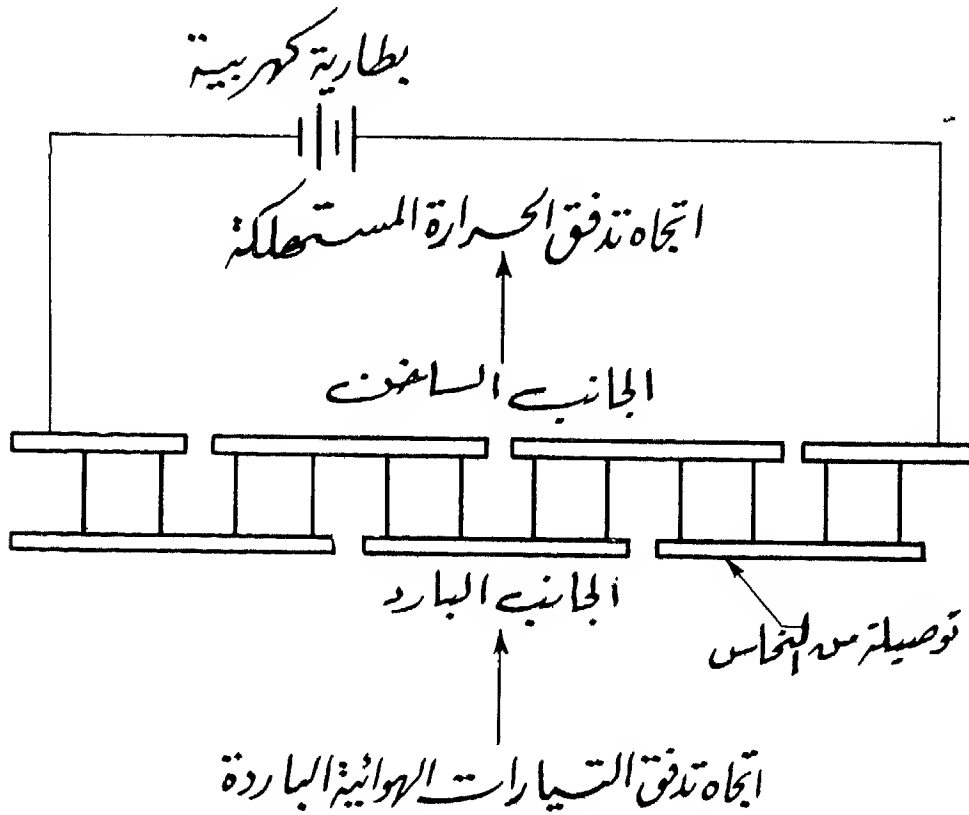


شكل ١٣

منتج حرارى كهربى يعمل بغاز البروبين .

ان أهم التطبيقات لمعدات الانتاج الحرارية الكهربائية هو في الأقمار الصناعية لامداد أجهزة الإرسال اللاسلكية بها بالطاقة الكهربائية وفي المعدات الحرارية ، كما ان هناك معدات انتاج كهربية حرارية تباع في الاسواق تتراوح سعتها من الـ ١٠٠ وات بل والى ٥٠٠ وات - ويمكن القول ان معدات الانتاج الحرارية الكهربائية تعتبر مصدرا هاما من مصادر الكهرباء وخاصة في الجهات النائية البعيدة عن العمران مثل اضاءة السواحل النائية لأغراض الملاحاة وغير ذلك . وان سعر الكيلو وات ساعة من هذه المولدات هو سعر معتدل يفل كثيرا عن السعر من البطاريات الكهربائية .

أود ألا يفوتني عند ذكر المعدات الحرارية الكهربائية أن أشرح باختصار نظام التبريد الحراري الكهربى . فالتبريد الحرارى الكهربى عبارة عن ضخ حرارى يعتمد على الظاهرة العلمية ( معامل بلتييه ) السابقة الذكر ، وهى استخدام الفرق بين مستوى طاقات الالكترونات عند تلامس مادتين مختلفتين لنقل الطاقة الحرارية ، فعندما تدفق الالكترونات عند نقطة تلامس مادتين مختلفتين ( أى مادتين الكتروناتها المتحفزة ذات طاقات مختلفة ) يصحب ذلك تغيير فى الطاقة ينتج عنه امتصاص للحرارة او اطلاق لها وذلك تبعاً لاتجاه تدفق الالكترونات ، أى تبعاً لاتجاه التيار الكهربى ) .



شكل ١٤

رسم مبسط لوحدة تبريد حرارية كهربية .

**شكل ( ١٤ )** يبين رسماً مبسطاً لوحدة تبريد حرارية كهربية وهو يتكون من عدد من الأزواج الحرارية ، كل زوج يتكون من مادة مركبة شبيهة بموصلية موجبة ، ومادة مركبة شبيهة بموصلية سالبة متصلين بتوصيلة من النحاس ، وجميعهما متصلة على التوالي ، ويتم تبادل الحرارة عن طريق أسطح ذات مساحات ممتدة مع استعمال التيارات الهوائية ( أو السوائل ) لحمل الحرارة . ان مقدار التبريد الفعال يقل عن مقدار التبريد الناتج من معامل بلتييه بمقدار نصف الحرارة الناشئة من مرور التيار الكهربى فى المقاومة الكهربية لسيقان الأزواج الحرارية وكذلك بمقدار الحرارة الناشئة من التوصيل الحرارى لهذه السيقان .

**اما الطاقة الكهربية اللازمة للتشغيل** فهى تساوى الضغط الكهربى الناتج من معامل سيبيك مضروباً فى التيار الكهربى مضافاً إليها الطاقه الحرارية الناتجة من مرور التيسار الكهربى فى المقاومة الكهربية لسيقان الأزواج .

ان درجة حرارة النقط الساخنة فى حالة التبريد الحرارى الكهربى هى غالباً درجة حرارة الجو العادية ، اما درجة حرارة النقط الباردة فقد تصل الى ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر .

اما المواد المستخدمة لساقى اى زوج حرارى فأهمها « البيزموث ثلريد » ، النوع الموجب لأحد الساقين والنوع السالب للساق الأخرى .

وتحتاج معدات التبريد الكهربى الى منبع كهربى ذى تيار كبير المقدار ( قد يصل الى ٥٠ امبير ) وضغط كهربى صغير المقدار .

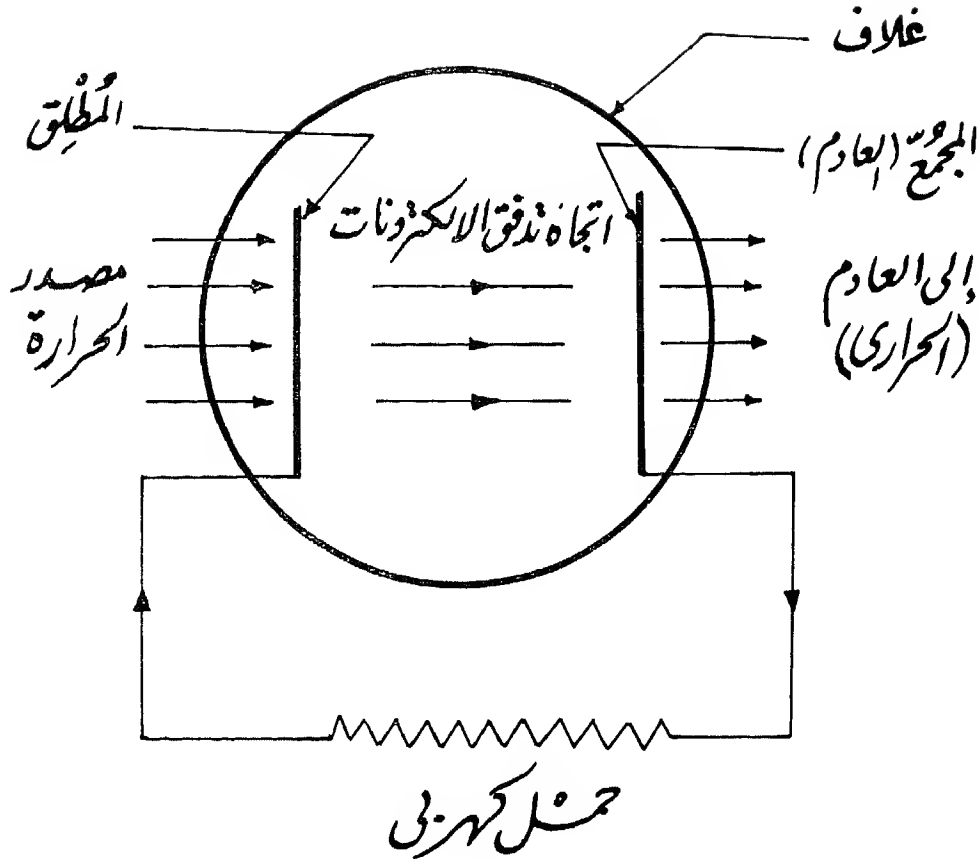
يمتاز التبريد الحرارى الكهربى عن التبريد التقليدى بمزايا متعددة نذكر منها : العمل فى هدوء حيث لا وجود للأجزاء المتحركة - سهولة عكسه من تسخين الى تبريد ، كما أن معداته خفيفة الوزن ويمكن أن تعمل عند درجات الحرارة المرتفعة ( أعلى من مائة درجة مئوية ) ولا داعى عند صنعها لاستخدام الانابيب المحكمة الفلج ذات الضغط ، كما أن سعة التبريد قد تكون كبيرة وقد تكون صغيرة فهى تناسب جميع الحالات ، وعيبه الوحيد انه يستهلك طاقة كهربية أكبر من الطاقة اللازمة للتبريد بالنظام التقليدى ، فهو اذن أكثر تكلفة .



### ح - المعدات الكهربية التى تعمل بالنظام الحرارى الايونى :

**المولدات الحرارية الايونية** هى آلات حرارية وغاز التشغيل (أى الوقود) فيها هو الالكترونات، حيث تنتقل الطاقة الحرارية الى هذا الغاز الالكتروني عن طريق عملية التنشيط الحرارى ( عند درجات الحرارة العالية ) عند سطح المادة التى تنطلق منها الالكترونات ، وتنشأ الطاقة الكهربية نتيجة لمرور هذا الغاز فى الحمل الكهربى . يبين شكل ( ١٥ ) المكونات الأساسية للمنتجات الكهربية التى تعمل بهذا النظام وهى :

**أولاً : مصدر الحرارة العالية :** وهو قطب كهربى ذو درجة حرارة عالية حوالى ( ٢٠٠٠ درجة مئوية ) تنطلق منه الالكترونات حاملة الحرارة معها ، ويسمى هذا القطب « المطلق » ، وهو عبارة عن معدن التانتيلم أو الموليبدنم أو التنجستون - قد يكون منبع الحرارة الوقود التقليدى أو الوقود النووى أو الشمس .



شكل ١٥

المكونات الأساسية لإنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة النظام الحراري الأيوني .

**ثانياً : العادم** وهو قطب ذو درجة حرارة منخفضة ( حوالى ٥٠٠ درجة مئوية ) ويسمى المجمّع فهو يجمع الإلكترونات ويمتصها . وهو عادة من معدن الموليبدنم المطعم أو التنجستون المطعم أو النيوبيديم المطعم أيضاً .

ويتوقف عمل محولات الطاقة التي تعمل بهذا النظام على عمليات التنشيط الحراري والتي أهمها إطلاق الإلكترونات خارج سطح المادة . ان الإلكترونات المتحفرة في المواد المعدنية طليقة وفي حالة حركة عشوائية في جميع الاتجاهات ، ويتوقف مقدار هذه الحركة على درجة حرارة المادة ، وتصبح ذرات المادة خالية من بعض الإلكتروناتها ، فهي أيونات موجبة التكهرب ، وبالرغم من أن هذا الغاز الإلكتروني طليق وفي حالة حركة داخل المادة الا أنه لا يستطيع الانطلاق بعيداً خارج المادة - مثله في ذلك كمثل جزيئات الماء وهو يفلّ فلا يستطيع الصعود خارج الماء نظراً لوجود الشد السطحي ( عند سطح الماء ) فلكي تصعد جزيئات الماء الى الخارج يجب زيادة طاقتها ( بتسخينها ) حتى يمكن التغلب على هذا الشد السطحي - كذلك اذا أردنا أن ينطلق الغاز

الالكترونونى خارج المادة يجب زيادة طاقته بمقدار يماثل الطاقة الكامنة عند ابخار الماء ، حتى يتغلب على ما سوف نسميه « الشد السطحي الكهربى » . وسببه القوى الكهربائية بين الشحنات المتماثلة التكهرب وغير المتماثلة - فعندما يكون الالكترونون خارج سطح المادة بمسافة أكبر من نصف قطر الذرة فان الايونات على سطح المادة تشده اليها ( نتيجة لقوى التجاذب الكهربائية بين الشحنات غير المتماثلة ) ومنعه من الانطلاق بعيدا - كما تكوّن الالكترونات المنطلقة سحباً الكترونية فوق سطح المادة مباشرة تقلل من قوة اندفاع الكترونات أخرى تحاول الانطلاق خارج المادة ، وذلك نظراً لقوة التنافر الكهربائية بين السحابة الالكترونية وهذه الالكترونات الأخرى وهى فى طريقها الى الانطلاق ، أى ان هذه السحابة تحاول ان تدفع الالكترونات الى سطح المادة فكانها تتسد الالكترونات ( عند انطلاقها ) الى سطح المادة .

**تنشأ الطاقة الكهربائية فى النظام الحرارى الايونى من الفرق بين طاقة الشد السطحي الكهربى لمادة المطلق وطاقة الشد السطحي الكهربى لمادة المجمع . أما الطاقة الحرارية التى يستهلكها مصدر الحرارة العالية فهى تلك الطاقة اللازمة لاطلاق الالكترونات خارج المطلق - كما ان كفاءة التحويل تساوى الطاقة الكهربائية الناتجة مقسوماً على تلك الطاقة الحرارية .**

بناءً على ما تقدم يجب اختيار مادة المجمع بحيث يكون شدتها السطحي أقل مما يمكن - أما مادة المطلق فيجب اختيارها بحيث يكون شدتها السطحي كبيراً ( بين أربعة الى ستة الكترون فولت ) حتى تزداد الطاقة الكهربائية ، ولكن فى نفس الوقت يجب ألا يكون شدتها السطحي كبيراً جداً حتى لا يزداد مقدار الحرارة اللازمة وتقل الكفاءة .

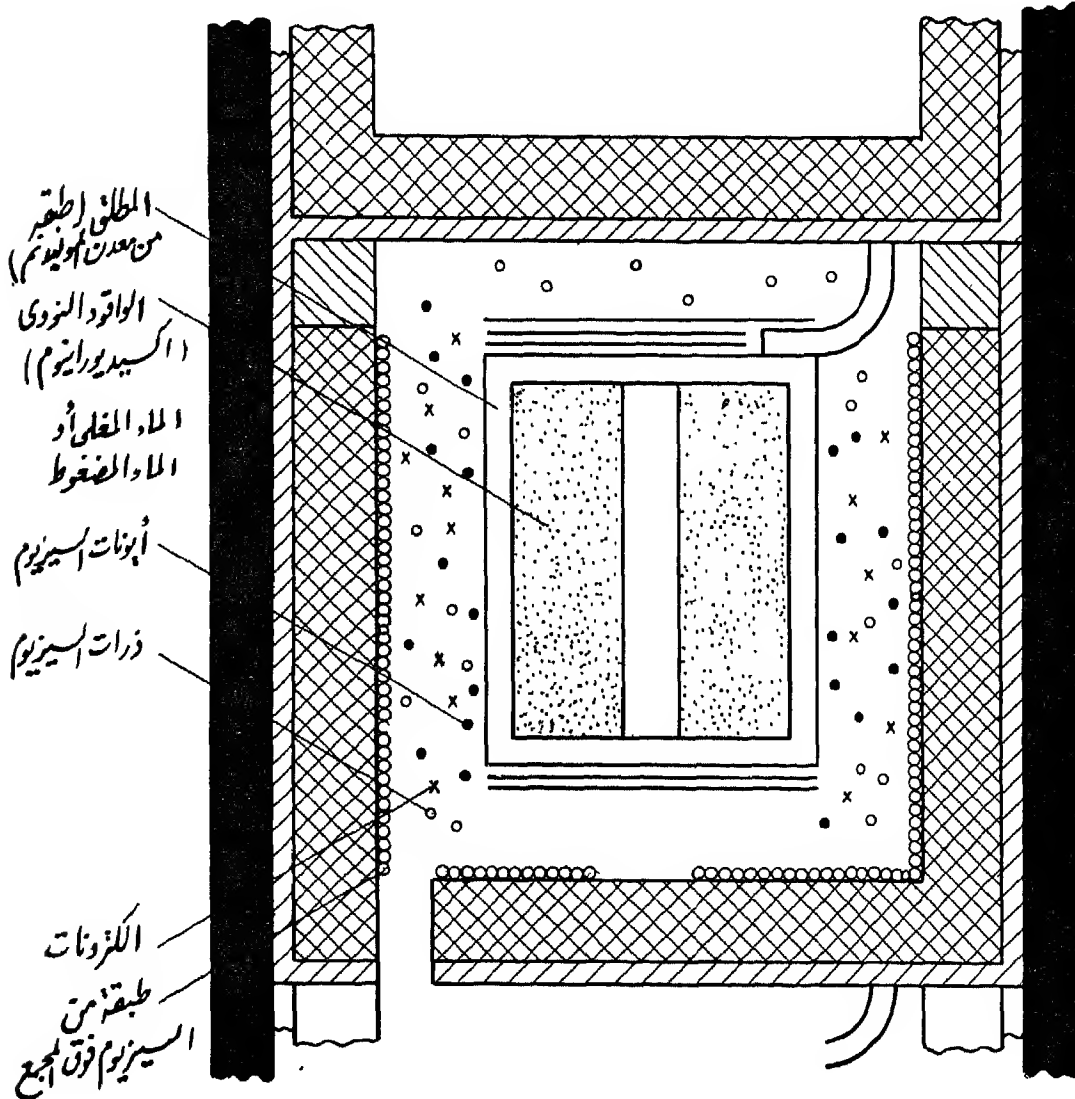
ان معدل انطلاق الالكترونات من سطح المادة يزداد مع ازدياد درجة الحرارة ، ولكن فى نفس الوقت تتبخر المادة ويزداد معدل تبخر ذراتها مع ازدياد درجة الحرارة فيقل عمرها سريعاً .

وهنا اتجه المهندسون والعلماء الى تطعيم مادة سطح المطلق بذرات مادة أخرى ذات شد سطحي قليل المقدار ، وبهذا يقل الشد السطحي الفعال للمادة الأصلية ، وذلك عن طريق لصق طبقه سمكها ذرة واحدة من المادة القريبة فوق سطح المادة الأصلية . ان أكثر المواد صلاحية للتطعيم هو مادة « السيزيوم » نظراً لأن شدتها السطحي الكهربى هو أقل شد سطحي لاي مادة أخرى ويساوى الكترون فولت واحد . ولكن عندما ترتفع درجة حرارة سطح المطلق يتبخر جزء من ذرات ومن أيونات السيزيوم الملتصق على السطح وبذلك يوضع قليل من السيزيوم السائل عند ابرد جزء داخل الغلاف الذى يحتوى على المطلق والمجمع فيتبخر جزء من هذا السيزيوم ، وعندما يتبخر سطح المطلق فان بعض ذرات من بخار السيزيوم سوف تلتصق فوق سطح المهبط فتعوض ما فقد بالبخر ، وتبقى كمية ذرات السيزيوم الملتصقة فوق سطح المهبط نابثة تقريباً .

يجب أن تكون مادة المطلق النقية ( أى بدون تطعيم ) ذات شد سطحي كهربى كبير المقدار كما ذكرنا سابقاً ، كما يجب أن تكون بعد التطعيم قادرة على اطلاق الالكترونات بمعدل كاف ، وكذلك اطلاق ايونات السيزيوم بمعدل كاف أيضاً ( حتى تتعادل مع جزء السحابة الالكترونية القريبة من سطح المهبط ) عند درجات الحرارة المعقولة .

وبالرغم من أن كفاءة المعدات الكهربائية التي تعمل بالنظام الحراري الأيوني لا تزيد عن حوالي ٢٠٪ إلا أنه يمكن الجمع بينه وبين نظام التربينات البخارية والحصول على طاقة كهربائية كبيرة بكفاءة أعلى من كفاءة التربينات البخارية التي تعمل بالوقود النووي .

ويعتمد هذا النظام على الاستفادة من طاقة المجمع ( العادم ) الحرارية في انتاج البخار لتشغيل التربينات - وفي أحد هذه الانظمة يغلف الوقود النووي ( وهو عبارة عن قطع اسطوانية صغيرة من أكسيد اليورانيوم ) بمعدن «المولبدنم» ( أو معدن التنجستون ) المغطى بطبقة من السيزيوم فيمتص الحرارة من الوقود النووي ويعمل كمطلق للالكترونات ( شكل ١٦ ) .



شكل ١٦

نظام المجمع بين محولات الطاقة الحرارية الأيونية والتربينات البخارية .

أما مادة المطلق فتصنع من « النيوبيديم » نظرا لضعف امتصاصه للنيوترونات - ويعبرل المطلق كهربيا بمادة ذات توصيل جيد للحرارة حتى يمكن توصيل الطاقة الحرارية من المجمع ( عند درجة حرارة حوالى ٥٠٠° مئوية ) الى الماء فيتحول الى بخار لتتفيل التربينات البخارية .

وفى أحد التصميمات المقترحة التى نوضح مزايا هذا النظام يمكن زيادة قدرة المحطة النووية ( التى يعمل فيها تربينات بخارية فقط ) من حوالى نصف مليون كيلو وات الى أكثر من أربعة أخماس المليون من الكيلووات ورفع كفاءة التحويل من حوالى ٣٠٪ الى ما يقرب من ٤٥٪ وذلك باستخدام المحولات الحرارية الايونية التى تنتج قدرة مقدارها ٣٠ وات لكل سنتيمتر مربع من مساحة مادة المطلق بكفاءة تصل الى ٢٣٪ ، وباعتبار أن درجة حرارة كل من الوقود النووي والمطلق هى حوالى ٢٠٠٠ درجة مئوية .

• • •

#### ط - المعدات الضوئية الكهربائية :

من الحقائق العلمية المعروفة أن الكترونات ذرات المادة يمكنها ان تمتص الطاقة الضوئية الساقطة عليها بشرط ان يكون هناك توافق بين طول موجة الاشعة الضوئية الساقطة وبين الالكترونات داخل المادة ، وسوف نوضح ذلك بالتشبيه بالبندول البسيط .

ان البندول البسيط هو كتلة صغيرة الحجم معلقة فى خيط ، فاذا زحزحنا الكتلة عن الوضع الرأسى ( وضع الاتزان ) فانها تتأرجح حول هذا الوضع بتردد يتناسب مع الجذر التربيعى للجاذبية الارضية مقسوما على طول الخيط ويسمى هذا بالتردد التلقائى للبندول فاذا نحن طرنا هذه الكتلة بطرق متتالية منتظمة متتالية ينتج عندنا ثلاث حالات :

( الحالة الاولى ) عدد الطرقات فى الثانية يساوى التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة يزداد مقدار زحزحة ( تأرجح ) الكتلة عن الوضع الرأسى زيادة كبيرة ، ومعنى ذلك أن الطاقة التى تبدل أثناء الطرق يمتصها البندول مسببة زيادة كبيرة فى مقدار زحزحة الكتلة .

( الحالة الثانية ) عدد الطرقات فى الثانية أكبر بكثير من التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة تقف الكتلة ولا تتحرك ، فالطرقات السريعة المتتالية لا تدع أمامها فرصة ( وقت كاف ) لكى تستمر فى تأرجحها واهتزازها - وبناء على ذلك فان البندول لا يمتص من طاقة الطرق شيئا تقريبا .

( الحالة الثالثة ) عدد الطرقات فى الثانية أقل كثيرا من التردد التلقائى للبندول : فى هذه الحالة تكون الفترة الزمنية بين طرقتين متتاليتين طويلة بحيث يستمر البندول فى عمله وكأن لا وجود ( تقريبا ) لأى طرق خارجى .

سوف نعتبر الالكترون داخل الذرة كأنه بندول بسيط له تردد تلقائى معين يتوقف على مقدار طاقته داخل الذرة . ان للاشعة الضوئية أطوال موجات معينة ( أى تردد معين ) وذلك تبعا لنوع الاشعة ( طول الموجة مضروبا فى التردد يساوى سرعة الضوء وهى كمية ثابتة تساوى  $3 \times 10^8$  مترا فى الثانية ) ، فأطوال موجات الاشعة الضوئية المرئية تتراوح بين ٧. ميكرون ( وهو طول موجة الاشعة الحمراء ) وبين ٤. ميكرون ( وهو طول موجة الاشعة البنفسجية ) - فاذا سقطت أشعة ضوئية ذات تردد معين على مادة ما وكان التردد التلقائى لالكترونات هذه

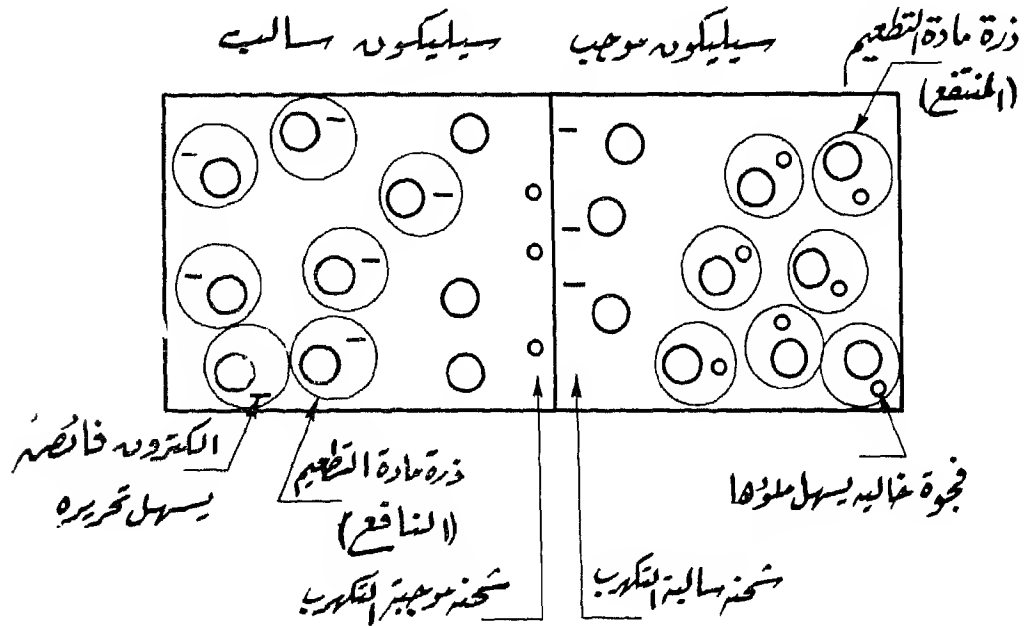


المادة يساوى تردد تلك الاشعة ( أو قريبا منها ) ازداد اهتزاز الالكترونات ، ومعنى ذلك ان الالكترونات امتصت طاقة هذه الاشعة ، اما اذا كان تردد تلك الاشعة بعيدا عن التردد التلقائى لالكترونات المادة فلا تستطيع الالكترونات ان تمتص طاقة الاشعة كما ذكرنا في حالة البندول البسيط ، وهذا هو معنى التوافق بين الاشعة الساقطة وبين الالكترونات داخل المادة - ( الميرون هو وحدة قياس صغيرة ويساوى جزءا من الالف من المليمتر ) .

**فاذا كانت الطاقة الممتصة تكفى لتحرير الالكترونات من ذراتها انطلقت هذه الاخيرة داخل المادة ( مكونة غاز التشفيل ) وتحول الطاقة ( الممتصة ) الى طاقة كهربية - ان مقدار طاقة الاشعة الضوئية يتناسب تناسباً عكسياً مع طول موجة هذه الاشعة .**

**اما كيف تتحول طاقة الالكترونات المتحررة ( وهى داخل المادة ) الى طاقة كهربية فسوف اوضح ذلك بطريقة مبسطة كما يلى :**

✳ عندما يلتصق نوعان من مادة شبيهة موصلة ( ولتكن سيليكون ) أحدهما سالب والآخر موجب ( شكل ١٧ ) تنتشر بعض الالكترونات المتحررة الفائضة في السيليكون السالب ناحية السيليكون الموجب تماماً كما تنتشر الرائحة العظرية بين ذرات الهواء - كذلك تنتشر بعض الفجوات ناحية السيليكون السالب - فينتج من ذلك الانتشار شحنتان كهربيتان على جانبي موضع الالتصاف أحدهما سالبه وتقع ناحية السيليكون الموجب ، والاخرى موجبة وتقع ناحية السيليكون السالب ، وتكون النتيجة بطارية كهربية ( أو مولد كهربى ) . هذا هو الأساس العريض لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية .



شكل ١٧

كيف تكون الشحنات الكهربائية على جانبي موضع التصاق نوعين من السيليكون .

تمتاز معدات الانتاج الضوئية الكهربائية عن معدات الانتاج الحرارية الكهربائية بأن المادة الفعالة لا ترتفع درجة حرارتها الا قليلا ، ذلك لأن طاقة الاشعة الضوئية يتم امتصاصها ( بواسطة الالكترونات فيزداد اهتزازها اي ترتفع درجة حرارتها ، اي الالكترونات ، نتيجة لهذا الامتصاص ) في فترة زمنية ، تتراوح بين جزء من مليون الى جزء من ألف من الثانية ، وهى فترة قصيرة جدا بالنسبة للزمن اللازم لسريان الحرارة ، فلا تستطيع الحرارة ان تنتقل الى الهيكل البلورى ، فتبقى المادة باردة .

**معدات الانتاج الضوئية الكهربائية هي اذن كما قلنا آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الالكترونات ، حيث تنتقل الطاقة الى هذا الغاز الالكتروني عن طريق امتصاص الالكترونات للطاقة الضوئية الساقطة فتسخن الالكترونات نتيجة لهذا الامتصاص بدون أن تسخن المادة نفسها .** ثم تحوّل طاقة الالكترونات الى طاقة كهربية - اما اذا كان بعض الاشعة الساقطة تتوافق مع المادة ( أى طول موجتها يناسب المادة ) والبعض الآخر غير متوافق ، فان ذلك يتسبب في ارتفاع درجة الحرارة - ان الالكترونات المادة سوف لا تمتص هذا البعض الآخر ، وبالتالي سوف لا يتحول الى طاقة كهربية ، وانما يتحول الى طاقة حرارية تسبب في تسخين المادة وارتفاع درجة حرارتها ، فيجب اذن تغطية المادة بغطاء « يمتص جزء الاشعة المفيد ويعكس جزء الاشعة غير المفيد » .

المواد الأكثر كفاءة لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية هي :

المواد « شبه الموصلة المطعمة » ذلك لأن مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الالكترونات من الذرات صغير نسبيا .

وفيما يلي شرح مبسط لأحد البطاريات الضوئية الكهربائية وهى بطاريات السيليكون الشمسية :

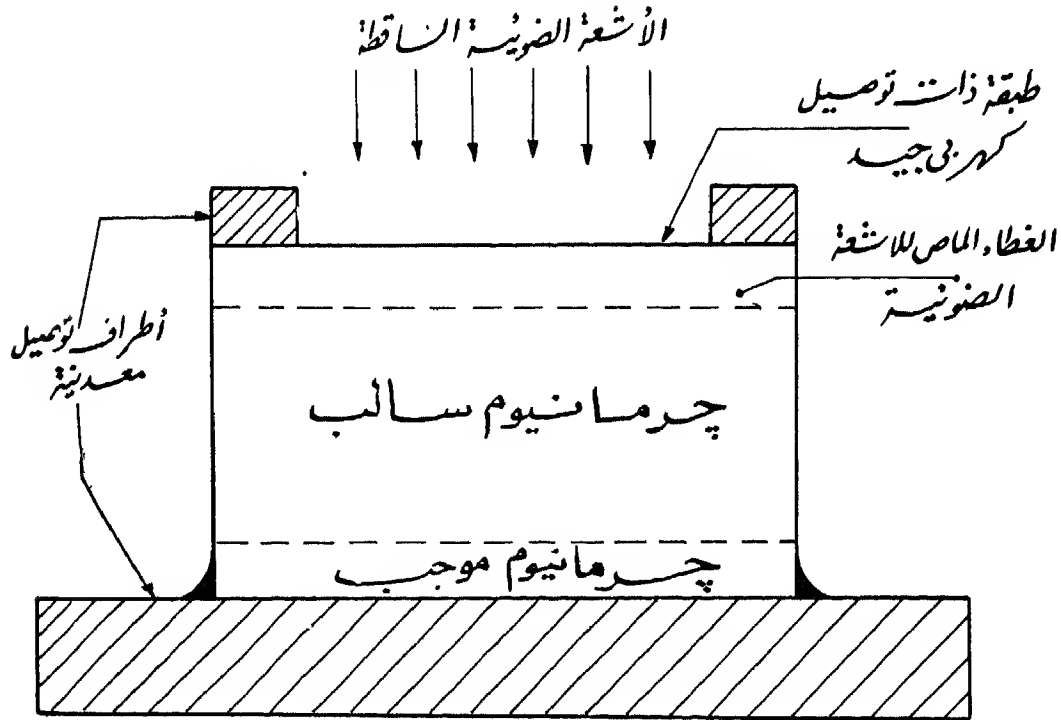
بجدر بنا هنا ان نبين التحليل الطيفي للطاقة الشمسية ، حتى نتبين المواد التى يمكن استخدامها فى البطاريات الشمسية . ان أكبر طاقة اشعاعية للشمس هى تلك التى طول موجتها ٥ر . ميكرون وهو طول موجة الاشعة بين الخضراء والصفراء ، وسط الطيف المرئى - اما الاشعاعات الشمسية التى طول موجتها أكبر من ٧ر . ميكرون فلا تشتمل الا على نصف الطاقة الشمسية فقط ، بينما يقع ربعها فقط فى الاشعاعات التى طول موجتها أكبر من ميكرون واحد - اما طاقة الاشعة الصادرة من الشمس والتى طول موجتها أطول من ٣ ميكرون فلا تشتمل الا على اثنين فى المائة من الطاقة الكلية لاشعة الشمس . الميكرون هو وحدة قياس صغيرة تساوى جزءا من ألف من المليمتر .

نمتص مادة السيليكون ( وهى مادة شبه موصلة ) الاشعة التى موجتها أقل من ميكرون واحد ، أى تمتص معظم الاشعة الشمسية - هناك بطاريات السيليكون الشمسية ذات الخلايا المستطيلة ( تبلغ مساحة الواحدة منها ١ x ٢ سم ) او ذات الخلايا المستديرة ( يبلغ قطر الواحدة منها حوالى ٣ سم ) وهى ذات كفاءة تصل الى ١٥ ٪ وتستخدم بالاقمار الصناعية لتمدها بالتيار الكهربى اللازم لبعض اجهزتها الالكترونية ، كما تستخدم فى الاماكن النائية البعيدة عن العمران - كما أن هناك بطاريات « ارسنيد الجاليوم » الشمسية ، والمادة شبه الموصلة فيها مركب من عنصرى الجاليوم والارسينيك وكفاءتها تصل الى ١٣ ٪ - تقدر الطاقة الشمسية الساقطة عموديا بحوالى ١٤٠٠ وات لكل متر مربع وذلك عند الارتفاعات الخاصة بالاقمار الصناعية .

ببذل المهندسون قصارى جهدهم لتحسين كفاءة هذه المعدات ، وينحصر هذا الجهد في ناحيتين هامتين - أولاهما طريقة تصميم المعدات بحيث تمتص المادة الفعالة جميع الأشعة الساقطة عليها ولا يرتد منها الا قليل ، وحتى هذا القليل المرند يستفاد به مرة ثانية عندما يسقط على جزء آخر من المادة الفعالة . اما الناحية الاخرى فهي اختيار المادة نسبة الموصلية الفعالة واختيار درجة تطعيمها ، وكذلك تغطية سطح هذه المادة بغطاء لا يعكس الأشعة الساقطة عليه . وكذلك الاقلال من المقاومة الكهربائية لأطراف التوصيل بجعل طبقة أخرى موصلة جيدة للكهرباء تتخلل الغطاء الماص للأشعة ( شكل ١٨ ) .

يمكننا الحصول على معدات انتاج كهربية ضوئية أعلى كفاءة وأقل تكلفة من البطاريات الشمسية ، وذلك عن طريق التحكم في نزع الأشعة الضوئية من حيث أطوال موجاتها ومن حيث شدتها - هذه هي المعدات الحرارية الضوئية الكهربائية حيث تتحول الطاقة الحرارية الى طاقة ضوئية اولاً بواسطة المصابيح الضوئية التى يمكن التحكم فى شدتها وفى أطوال موجاتها ثم تتحول الاخرى الى طاقة كهربية .

• • •



شكل ١٨

خلية ضوئية كهربية .

**ي - تخزين الطاقة :**

هناك طرق مختلفة لتخزين الطاقة وفيما يلي أهم هذه الطرق مع مقارنتها ببعضها البعض - وسوف تكون نسبة طاقة الوقود المخزون الى كتلته هي العامل الرئيسي عند المقارنة - والسبب في ذلك يظهر جليا اذا كانت الطاقة المخزونة سوف تستهلك ( كما هي أو بعد تحويلها ) في المعدات المتحركة مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والفواصات وغيرها ، أو سوف ننقل من مكان الى مكان آخر في الناقلات البحرية أو غيرها من الناقلات . وسوف نوضح ذلك بالتالين الآتيين وذلك قبل البدء في شرح الطرق المختلفة لتخزين الطاقة ومقارنتها :

ان كمية وقود الجازولين التي يجب خزنها داخل سيارة نقل لتقطع مسافة قدرها ٥٠٠ كيلو متر هي حوالى عشرين جالونا كتلتها حوالى ١٢٥ رطلا وتشفل حيزا مقداره ٢٧ قدما مكعبا وتحتوى على طاقة مقدارها ٩٣٢ حصان / ساعة . ان أقل من ٢٠٪ من هذه الطاقة يستفاد به في سسير السيارة ( في مقاومة احتكاك العجلات وفي مقاومة الهواء ) ، أما الجزء الأكبر وهو ٧٥٪ فيضيع سدى كحرارة في العادم وفي المبرد ( الرادياتير ) وفي زيت التزيت وفي الآلة نفسها ، أى ان كفاءة الاستفادة أقل من ٢٠٪ ومن ههنا تبين أهمية رفع هذه الكفاءة بالنسبة لتخزين الطاقة .

أما المثل الثانى فهو لمركبة فضاء (صاروخية) - فاذا أهملنا بحق قوة الجاذبية ، وإذا كانت طاقة رفع المركبة ناتجة من التفاعل الكيمائى نجد أن نسبة الطاقة الناتجة من هذا التفاعل الى كتلة المواد المتفاعلة تساوى نسبة طاقة حركة المركبة الى كتلتها - ومن هذا المثل يتبين لنا أهمية نسبة طاقة الوقود الى كتلته .

**وفيما يلي توضيح للطرق المختلفة لتخزين الطاقة ونسبة الطاقة الى الكتلة في كل منها :**

**١ - الطاقة المخزونة في الرباط النووى ( بالوقود النووى ) :** ونسبة هذه الطاقة الى كتلتها ١٢ مليون كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

**٢ - الطاقة المخزونة في الرباط بين الذرات :** تنشأ هذه الطاقة من تجاذب الكتلونات الذرية وهي تسير في مدارها مع نواة الذرة المجاورة والتي تطلق من عقالها أثناء تعديل الكتلونات المدارية عند التفاعلات الكيميائية بين الذرات .

تساوى هذه الطاقة ضعف شحنة الكتلون أى تساوى  $2 \times 1.6 \times 10^{-19}$  جول =  $3.2 \times 10^{-19}$  جول .  
 $10^{-19}$  كيلو وات ساعة - فاذا اعتبرنا ان متوسط الوزن الذرى هو عشرة فان نسبة الطاقة الى الكتلة =  $\frac{3.2 \times 10^{-19} \times 10^{-19}}{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-19}} = 2.78 \times 10^{-19}$  كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

الجول ( وات - ثانية ) هو احدى وحدات الطاقة ويساوى عشرة ملايين ارج ( دايين - سم )  
 - وكتلة ذرة الايدروجين تساوى  $1.7 \times 10^{-27}$  كيلو جرام .

وللمقارنة نذكر أن نسبة الطاقة الى الكتلة في حالة وقود الجازولين هي ١٢ كيلو وات ساعة .

٣ - **الطاقة المخزونة في الذرات المؤينة :** وهى أكبر من الطاقة الحرارية عند التفاعلات الكيميائية بنسبة الضغط الكهربى اللازم للتأين ( وهو ٢٠ فولت مثلا ) الى الضغط الكهربى اللازم لفك الرباط بين الذرات ( وهو ٢ فولت مثلا ) .

#### ٤ - **الطاقة الكيميائية المخزونة في البطاريات الكهربائية الثابتة :**

بالرغم من أن نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة هى جزء من مائة فقط عند المقارنة بوقود الجازولين ، الا أن للبطاريات الكهربائية خصائص ممتازة أهمها سهولة تشغيلها وامكان شحنها مرات عديدة تجعلها مرغوبة في تطبيقات كثيرة .

#### ٥ - **الطاقة الكيميائية المخزونة في بطاريات الوقود :**

نسبة الطاقة الى الكتلة هنا أعلى بكثير ( عشرة الى مائة مرة ) من النسبة في حالة البطاريات التقليدية .

#### ٦ - **الطاقة المخزونة في المجال الكهربى :**

تخزن هذه الطاقة في المادة العازلة داخل مكثف كهربى . ومن المواد العازلة التى تبشر بنتائج طيبة هى شرائح من الزجاج فهو يتحمل اجهدا كهربيا « ك » مقداره عشرة ملايين فولت لكل ملليمتر ، فاذا علمنا ان نسبة الطاقة الكهربى الى الكتلة المكثف مسطح =  $\frac{E}{\frac{3}{2} \text{ ث}}$  حيث  $E$  هى كثافة المادة العازلة ،  $E$  هى معامل السعة النوعى للمادة العازلة - نجد ان نسبة الطاقة الكهربائية المخزونة في المادة الى كتلتها تساوى ٤ ر. كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

#### ٧ - **الطاقة الحركية المخزونة في المصدات الثنوءارة ( الحداثة مثلا ) :**

تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة ٥٥ ر. كيلو وات ساعة لكل جكم اى حوالى جزء من مائتين عند المقارنة بالجازولين - لقد أمكن استعمال حداثة تزن ثلاثة آلاف رطل وتدور بسرعة ثلاثة آلاف دورة في الدقيقة لتشغيل سيارة ركاب تزن ١٥ طنا وهى محملة بخمسة وثلاثين راكبا جلوسا ، وخمسة وثلاثين آخرين وقوفا - وعند المحطات تكون الحداثة قد استهلكت جزءا من طاقتها في ادارة السيارة وانخفضت سرعتها . تعاد سرعتها الاولى عن طريق المحرك الكهربى المتصل بها والذى يمكن توصيله بمصدر الكهرباء بالمحطة .

٨ - **طاقة الغاز المضغوط :** تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة جزءا من مائة فقط من النسبة في حالة الجازولين .

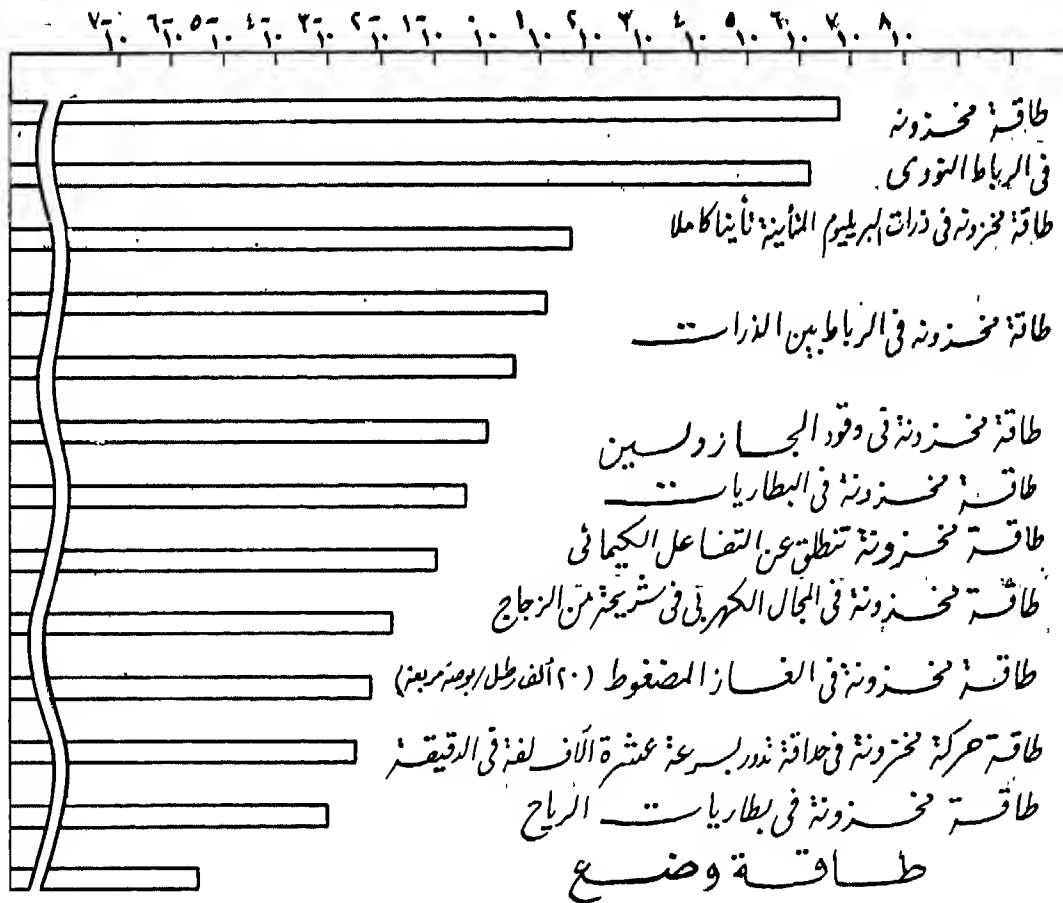
#### ٩ - **طاقة الوضع او ( طاقة الجاذبية الارضية ) :**

بالرغم من أن نسبة الطاقة الى الكتلة هنا هى جزء من مليون من النسبة في حالة وقود الجازولين الا أن هذا النظام يعتبر من الناحية العملية وفي حالات معينة من أفيد النظم واكثرها تطبيقا ، ومن أمثلة نظام المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات - حيث يستخدم

فائض الطاقة الكهربائية أثناء الليل ( وخاصة في المناطق الصناعية ) في ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية - وفي خلال النهار يستفاد من طاقة الوضع هذه بترك المياه تتدفق من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الاخيرة بدورها معدات كهربية لانتاج الكهرباء كما ذكرنا سابقا .

وبين شكل ( ١٩ ) نسبة الطاقة الى الكتلة في الطرق المختلفة لتخزين الطاقة منخدين النسبة الخاصة بوقود الجازولين كوحدة .

• • •



شكل ١٩

الطرق المختلفة لتخزين الطاقة مبينا نسبة الطاقة الى الكتلة في كل منها متخدين هذه النسبة لوقود الجازولين كوحدة .

### ٤ - نقل الطاقة وتوزيعها :

غالباً ما تكون مصادر الطاقة ، سواء كانت فحماً أم زمتاً أم غازاً طبيعياً أم مساقط مياه أم طاقة رياح أم غير ذلك ، في مواقع بعيدة عن أماكن استغلالها حيث تقام المحطات الكهربائية عند هذه المصادر حتى تقل التكاليف - كما تقام محطات توليد الطاقة الكهربائية سواء التي تعمل بالوقود التقليدي ( الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي ) أو بالوقود النووي في أماكن بعيدة أيضاً ( في حالات كثيرة ) عن أماكن استغلالها ، حيث يجب أن نكون بعيدة عن المدن حتى لا تتسبب في تلوث هواء وماء سكانها ، كما يجب أن تكون في أماكن قريبة من مصادر المياه حتى يسهل تبريد معداتها . لكل ذلك كان لا بد من نقل الطاقة الكهربائية إلى أماكن استغلالها .

هناك أنظمة متعددة لذلك النقل أهمها نظام النقل الكهربى لنظافته وسهولة صيانتها وتوزيعه ، ونظام التحويل إلى « ايدروجين سائل » ونقل الأخير أما عن طريق الناقلات البحرية خارج البلاد أو في خطوط الانابيب داخل البلاد .

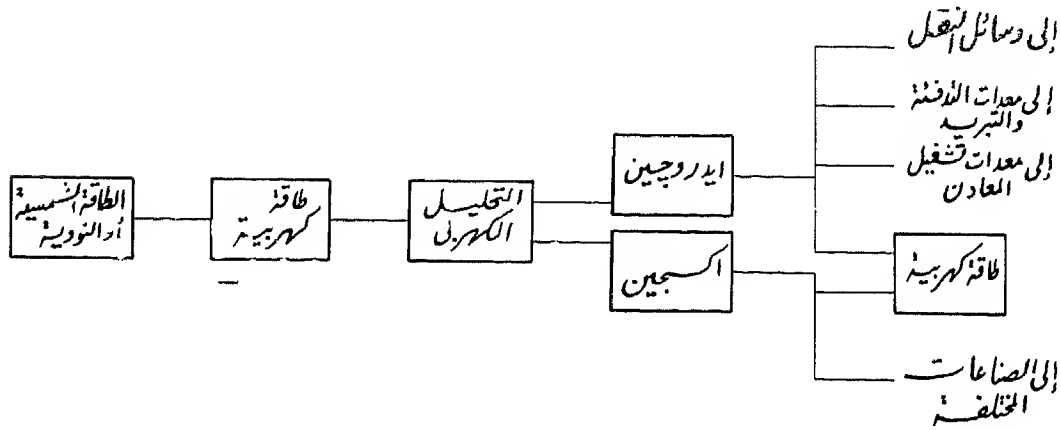
تناسب الطاقة الكهربائية المنقولة مع حاصل ضرب التيار الكهربى في الضغط الكهربى المستخدم - كما تناسب الطاقة الكهربائية المفقودة أثناء النقل مع مربع التيار الكهربى - فيجب إذن نقل الطاقة الكهربائية بتيار كهربى صغير المقدار نسبياً وبضغط كهربى عال جداً حتى تقل الطاقة الكهربائية المفقودة وترتفع كفاءة النقل - تنمل حالياً الطاقة الكهربائية على خطوط الضغط الكهربى الفائق المتغير والذي يصل إلى ثلاثة أرباع المليون فولت ، والمقدر له أن يصل إلى مليون فولت في أواخر السبعينات حتى يمكن نقل أكبر قدرة كهربية ممكنة ، وكذلك على خطوط الضغط الفائق المستمر والذي يبلغ حوالى مليون فولت وسوف يصل إلى مليونين من الفولتات ( + مليون فولت ) في أواخر السبعينات وحتى يمكن أيضاً زيادة القدرة المنقولة .

كما أن الاتجاهات الحديثة هي رفع الضغط الكهربى لشبكات التوزيع وكذلك استخدام الكوابل الأرضية - وجميع المؤشرات تؤكد وجوب تعميم هذه الكوابل للتوزيع - هناك كوابل أرضية في بعض المدن الكبيرة تعمل على ضغط كهربى حوالى ثلث مليون فولت ( تيار متغير ) - كما أن هناك بحوثاً مستمرة لرفع ذلك الضغط حتى نصف مليون فولت في الكوابل التي من نوع الانابيب - كما حدث تقدم كبير في الكوابل التي تحمل التيار المستمر ، فقد وصل الضغط الكهربى في بعضها إلى نصف مليون فولت وسوف يصل إلى مليوني فولت في أواخر السبعينات - هناك بحوث مستمرة في تحسين وتطوير المواد العازلة وفي طرق التبريد وفي دراسة طرق جديدة للنقل الكهربى في انابيب - كما أن هناك بحوثاً في الكوابل ذات الغاز المضغوط كغاز ، والكوابل المملأة بالصوديوم كموصل والكوابل فائقة التوصيل الكهربى وغير ذلك .

أما في المسافات الطويلة فالطاقة الكهربائية ليست الأفضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم إمكان تخزينها بكفاءة توازى تخزين الوقود نفسه ، ونوع الطاقة الأفضل في هذه الحالة هو « ايدروجين » فهو أيسر أنواع الوقود نقلاً وخزاناً وأكثرها اقتصاداً - والفكرة الأساسية في اقتصاديات ايدروجين هي « إقامة المحطات النووية » أو « المحطات الشمسية » أو « المحطات التقليدية »

عند المناطق الساحلية ونتاج الطاقة الكهربيه منها ، تم استخدام التيار الكهربى المستمر فى « التحليل الكهربى » لتعذيب مياه البحر المالحة ثم انتاج الايدروجين ونقله بالسفن خارج البلاد للتصدير أو نقله داخل الاقاليم للاستفادة بدكوقود - يبين شكل ( ٢٠ ) نظام الحصول على الايدروجين موضحا تطبيقاته المختلفة ، كما يبين الشكل أيضا الاكسجين الناتج من التحليل الكهربى .

• • •



شكل ٢٠

نظام الحصول على الايدروجين من الطاقة النووية أو الطاقة الشمسية .

#### ل - الطاقة الشمسية بالبحار والمحيطات :

يحتاج جمع الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض الى مساحات كبيرة من المعدات والمواد مما يجعل هذه الطاقة باهظة التكاليف . لذلك اتجه المهندسون والعلماء نحو الحصول على الطاقة الشمسية التى تمتصها مياه البحار والمحيطات وخاصة الاستوائية منها بواسطة ما يسمى ( محطات البحار الشمسية ) ، ذلك لأن المحيط ( أو البحر ) هو معدات التجميع نفسها ، ثم تحويل هذه الطاقة الحرارية الى طاقة كهربائية سواء بالنظم الحديثة أو بالنظم التقليدية ، ويلى ذلك تحويل الأخيرة الى طاقة كيميائية بواسطة التحليل الكهربى حيث يتم نقلها وتوزيعها .

لقد تمكن المهندسون والعلماء من التغلب على كثير من العقبات حتى أمكن الحصول على الطاقة الكهربائية من هذا المصدر الحرارى بتكاليف معتدلة ، وأهم هذه العقبات ما يأتى :

العقبة الاولى هى ضالة الآلة الحرارية ( فهي ٣٪ فقط ) حيث أن أقصى فرق بين درجة حرارة الماء الدافئ قرب السطح والماء البارد فى العمق ( بين ٥٠٠ الى ١٠٠٠ متر ) هو ٥٢٠ مئوية ،



فاذا علمنا أنه ٥٥٠٠ مئوية ( في المتوسط ) في محطات الوقود العليدية لتبين لنا السبب في أن الكفاءة هنا أقل بكثير من كفاءة الآلة الحرارية عند استخدام الوقود التقليدي ( الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي ) . هذا بالإضافة الى أن نصف هذا المقدار وهو عتر درجات مئوية فقط هو الذي يمكن استغلاله في الآلة الحرارية نفسها ، ويستخدم النصف الباقي في ضخ الحرارة من سطح الماء الدافئ الى الآلة الحرارية ومن الأخيرة الى الماء البارد في العمق مما يؤدي الى انخفاض أكثر في الكفاءة - فالكفاءة هنا تصل الى ٣٪ فقط بينما تبلغ ٤٠٪ عند استخدام الوقود التقليدي - ليس الكفاءة بالعامل الأساسي عند المقارنة بين هذا النظام ونظام الوقود التقليدي ، ذلك لأن الوقود هنا ( وهو الطاقة الشمسية ) لا يمن له ، وإنما العامل الأساسي هو في الحقيقة التكاليف الكلية عند الحصول على نفس الطاقة الكهربائية من النظامين . فبالرغم من أن مساحة انابيب المرجل التي تحمل الماء الدافئ ( فنقل حرارتها الى مائع التشغيل ) اضعافا مضاعفة ( عشر مرات ) مساحتها عند استخدام الوقود التقليدي ( ذلك لضخامة حجم المياه التي تتدفق في الانابيب لتمكن الحصول على طاقة كبيرة ) الا انها نصنع من جدران رقيقة فتقل التكاليف - والسبب في ذلك أن ضغط غاز التشغيل ( وهو بخار الامونيا ذي النقل الحراري الجيد ) في النظام الذي نحن بصدد أقل من جزء من عشرين من الضغط في النظام التقليدي ( فضغط بخار مائع التشغيل يزداد بمعدل كبير مع الارتفاع في درجة الحرارة ) وبذلك يمكن استخدام انابيب رقيقة الجدران فيقل تكاليفها ، كما تساعد على نقل الحرارة من الماء الدافئ الى الامونيا بكفاءة أعلى - كما أن تكاليف المرجل هي الأخرى أقل منها في حالة الوقود التقليدي ، ذلك لأن المرجل يوضع عادة عند أعماق معينة تحت الماء حتى يتعامل الضغط الداخلي على جدران المرجل ( والناجم من ضغط غاز الامونيا ) مع الضغط الخارجي ( الناتج من ضغط مياه المحيط أو البحر ) ويمكن عندئذ تصنيع جدران المرجل من رقائق رقيقة فتقل تكاليفه .

**أما العقبة الثانية** فهي تآكل المعدات المعدنية نتيجة لتواجدها في ماء البحر ( ذي درجة التوصيل الكهربائي العالية ) وذلك عن طريق التحليل الكهربى - أن أحد مفايس التآكل هو ( الجهد الكهروكيميائي ) فاذا كان المعدن ذا جهد كهروكيميائي موجب فانه يتحلل كيميائياً مطلقاً غاز الهيدروجين - لقد أمكن التغلب على هذه العقبة باستخدام معدن الألومنيوم ، فبالرغم من أنه موجب الجهد الكهروكيميائي إلا أنه سرعان ما يتأكسد ، وتكسوه طبقة من أكسيد الألومنيوم تقيه مياه البحر .

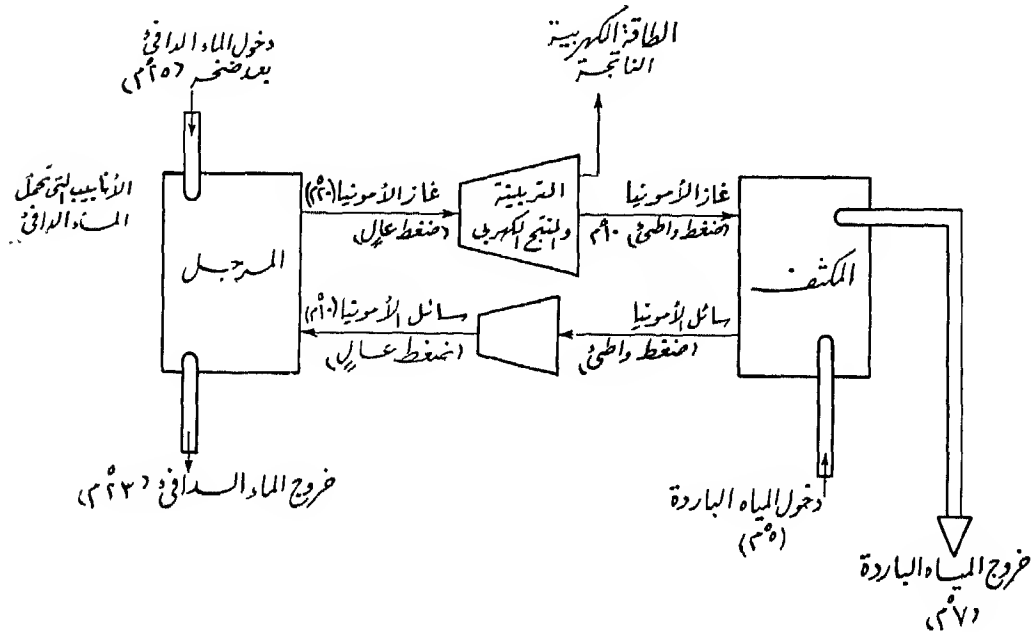
**والصعوبة الثالثة** هي نمو طبقة من المكروبات على جدران انابيب المرجل فيقل انتقال الحرارة من الماء الدافئ المتدفق داخلها الى غاز التشغيل خارجها - وقد أمكن التغلب على هذه العقبة أيضاً بإضافة قليل من الكلورين الى ماء البحر ( بنسبة جزء الى أربعة ملايين ) يكفي لمنع نمو هذه المكروبات وفي نفس الوقت لا يؤثر على الكائنات الحية داخل البخار والمحيطات .

بعد التغلب على العقبات السالفة الذكر أمكن الحصول على وحدات تعمل من الطاقة الحرارية الناتجة من سقوط أشعة الشمس على البحار والمحيطات برأس مال مستثمر ( لكل كيلو وات ) أقل كثيراً من النظم التي تعمل بالوقود التقليدي ( الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي ) أو بالوقود النووي - فهو نصف رأس المال المطلوب في حالة الوقود التقليدي وثقلته في حالة الوقود النووي - هذا بالإضافة الى أن الوقود هنا وهو الطاقة الشمسية لا ثمن له .

سوف نوجز فيما يلي وصفا لمحطة بحر شمسية وشرحا لعملها :

يمثل شكل ( ٢١ ) هذه المحطة . ينضخ الماء الدافئ في أنابيب تمر داخل المرجل الذى يحتوى على مائع التشفيل وهو « الأمونيا » فتتفل الحرارة من الانابيب اليه فتتبخر ويتدفق بخار الأمونيا الى التربينه ( وهو عند ٥٢٠ مئوية ) فيدير ريشها ، والاخيرة تدير المنتج الكهربى ، فيتحول جزء من طاقة بخار الامونيا الى طاقة كهربية - ثم يخرج بخار الامونيا من التربينه بضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة هي ١٠ مئوية ليكنف في المكثف ، ثم ينضغط ويضخ فيتدفق سائل الامونيا ( عند ١٠ مئوية ) الى المرجل ، وهكذا نعاد الدورة .

ويمكن رفع الكفاءة الحرارية قليلا باستغلال الطاقة الحرارية بالمكثف ، حيث ينضخ اليه الماء البارد من البحر عند ٥٥ مئوية ويخرج منه عند درجة اعلى قليلا هي ٧٥ مئوية - كما هو مبين في الشكل .



شكل ٢١

نظام انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بالمحيطات او البحار ( محطة بحر شمسية ) .

### م - الالكترونيات ومجال الطاقة الكهربائية

تلعب الالكترونيات ومعدات لها دورا بالغ الأهمية في مجال الطاقة الكهربائية - فمعدات النظم الحديثة للتحويل المباشر للطاقة الى طاقة كهربائية والتي سبق ان ذكرناها هي معدات الكترونية - كما ان الآلات الحاسبة الالكترونية ، والتي تقوم حاليا بعدد من المهام في مجال الطاقة الكهربائية هي الأخرى معدات الكترونية .

هناك معدات الكترونية أخرى من مواد شبه موصلة ( وخاصة السيليكون والجرمانيوم ) تعمل حاليا في مجالات التوليد والتوزيع واستهلاك القوى الكهربائية ، كما تعمل بالأخص في مجال تحويل الطاقة الكهربائية من نوع الى آخر والتحكم فيها بما في ذلك معدات القطع ، وأهم هذه المعدات ( الموحد الثنائي ) و « الثريستور » بأنواعه المختلفة و « الترانزستور ذو القدرة » . وتمتاز هذه المعدات الالكترونية عن المعدات التقليدية في انها أصغر حجما وأخف وزنا وأقل حساسية للصدمات وأكثر تحملا وأقل استهلاكاً وصيانة ، كما انها لا تحدث أى حرارة أو ضوضاء ، وانها أسرع استجابة فلا تحتاج الى وقت للتسخين ، هذا بالإضافة الى انها أعلى كفاءة وأرخص ثمنا .

#### تبيين الأمثلة الآتية الحاجة الماسة الى تحويل الطاقة الكهربائية من نوع الى نوع آخر :

١ - الحاجة الى تغذية الماكينات التي تعمل بالتيار المستمر وكذلك الحاجة الى شحن البطاريات وكان المصدر الموجود هو تيار متغير .

٢ - الحاجة الى ادارة المحركات التي تعمل بالتيار المتغير وكان المصدر الموجود هو تيار مستمر .

٣ - أهمية نقل الطاقة الكهربائية ذات الضغط العالي وهي في حالة تيار مستمر ، نظرا الى المميزات المتعددة لذلك النقل ، والتي أهمها خفض نفقات خطوط النقل سواء كانت خطوطا هوائية ام كوابل أرضية او مائية ، وكذلك سهولة ربط الخطوط والشبكات المختلفة وغير ذلك .

وفيما يلي أهم خصائص المعدات الالكترونية في مجال الطاقة الكهربائية :

١ - الموحد الثنائي : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يتراوح مقداره بين مئات والاف الامبيرات ، وتيار ذروة يتراوح مقداره بين الاف وعشرات الاف الامبيرات - في حين ان مقدار ذروه الضغط الكهربى الذى يعمل عنده قد يصل الى عدة آلاف من الفولتات ، كما يصل التردد الذى يعمل عنده الى عشرة آلاف ذبذبة . يقوم الموحد الثنائي في العادة بتوحيد التيار ، أى بتحويل التيار المتغير الى تيار مستمر .

٢ - الثريستور ذو الاتجاه الواحد : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يبلغ مئات الامبيرات وتيار ذروة يبلغ آلاف الامبيرات - كما يعمل على ضغط كهربى ذروته تبلغ عدة آلاف من الفولتات كما يبلغ الضغط الكهربى الفاقد فيه فولتا واحداً أو أكثر قليلا - ويقوم الثريستور بتوحيد التيار والتحكم في ندفقه وقطعه ، وهناك الثريستور العاكس الذى يحول التيار المستمر الى تيار متغير التردد .

٣ - الثريستور الثلاثى ذو الاتجاهين : وهو يعمل على تيار يصل مقدار جذر متوسط مربعه مثات الامبيرات - كما يبلغ مقدار جذر متوسط مربع الضغط الكهربى مثات الفولتات . تمرر هذه المعدات التيار الكهربى فى اتجاهين ، فهى تؤدي عمل اثنين من الثريستور ذى الاتجاه الواحد - انها فى الواقع تطوير لها .

٤ - الترانزستور ذو القدرة وهو يقوم بعمل الثريستور وخاصة عند الضغط الكهربى المنخفض - هناك ترانزستور يبلغ الفاقد فيه مثات من الواطات ويعمل عند تيار كهربى يبلغ المئات من الامبيرات وضغط كهربى يبلغ المئات من الفولتات .

تعمل المعدات الالكترونية السابقة الذكر فى مجالات متعددة أهمها :

١ - تغذية المحركات ذات السرعات القابلة للتعديل سواء التى تعمل بالتيار المستمر أم بالتيار بالتيار المتغير .

٢ - الحصول على مصدر طاقة كهربية يعمل باستمرار بدون انقطاع ، وذلك باستخدام وحدة مكونة من بطارية وعديد من الوحدات الثنائية وثريستور عاكس ، حيث تحول الوحدات الطاقة الكهربية ذات التيار المتغير الى تيار مستمر لشحن البطارية ثم تقوم البطارية ومعها الثريستور العاكس بتحويل طاقة البطارية الكهربية الى تيار متغير أثناء انقطاع التيار العمومى ولا تستغرق فى ذلك الا فترة زمنية قصيرة لا يشعر بها المستهلك .

٣ - تغذية قطارات السكك الحديدية الكهربية حيث تعمل المحركات بالتيار المستمر وتقوم الوحدات الثنائية بتحويل الطاقة الكهربية ذات التيار المتغير الى تيار مستمر .

٤ - تعمل الثريستور بدلا من القواطع الكهروميكانيكية التى تحتاج الى صيانة مستمرة لنقط التماس والاجزاء المتحركة بالاضافة الى بطئها وكبر حجمها والضوضاء التى تحدثها .

٥ - تعمل الثريستور ذات الضغط الكهربى العالى فى نظم الطاقة الكهربية التى تنقل فيها الطاقة الكهربية بالتيار المستمر ذى الضغط الكهربى العالى لما لهذا النقل من مزايا سبق أن ذكرناها .

وهناك بحوث مستمرة تهدف الى تطوير وتحسين اداء المعدات الالكترونية التى تعمل فى مجال الطاقة الكهربية كما تهدف الى زيادة سعتها ورفع كفاءتها .

هذا وتعمل المعدات الالكترونية فى القياس والوقاية والتشفيل والتحكم وغيرها فى مجال الطاقة الكهربية .

### الراجع

1. G. D. Friedlander, "Energy : Crisis and Challenge, ,, IEEE Spectrum, p. 18, May, 1973.
2. ,, Steam Gas Turbines, ,, Energy, International May, 1968.
3. T. R. Brogan, MHD Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 58, February, 1964.
4. M. Petrick, " Liquid-Metal Magnetohydrodynamics, ,, IEEE Spectrum p. 137, March, 1965.
5. K. V. Kordesch, " Low Temperature Fuel Vells ", Proc. of the IEEE, p. 806, May, 1963.
6. E. W. Justi, ,, Fuel Cell Research in Europe, ,, Proc. of the IEEE, p. 784, May, 1963.
7. C. G. Peattie, ,, Hydrocarbon-air Fuel Cell Systems, ,, IEEE Spectrum, p. 69, June, 1966.
8. H. A. Liebhafsky, ,, Fuel Cells and Fuel Batteries, an Engineering Review, ,, IEEE Spectrum, p. 48, December, 1966.
9. R. W. Fritts, " The Development of Thermoelectric Ppwer Generators," Proc. of the IEEE, p. 713, May, 1963.
10. R. L. Eichhorn, ,, A Review of Thermeoelectric Generation, ,, Proc. of the IEEE, p. 721, May, 1963.
11. V. C. Wilson, ,, Thermionic Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 75, May, 1964.
12. J. J. Loferski, ,, Recent Research on Photovoltaic Solar Energy Converters, ,, Proc. of the IEEE, p. 667, May, 1963.
13. Wedlock, ,, Thermo-Phto-Voltaic Energy Conversion, ,, Proc. of the IEEE, p. 694, May, 1963.
14. L. J. Giacoletto, ,, Energy Storage and Conversion, ,, IEEE Spectrum, p. 95, February, 1965.
15. ,, Pumped Storage in Japan, ,, Energy, International, June 1968.
16. A. Kusko, Production of Power System Development, ,, IEEE Spectrum, p. 2030, p. 2030, April, 1968.
17. A. Kusko, ,, A Prediction of Power System Development, 1968 to 2030 '' IEEE Spectrum, p. 75, April, 1968.

18. L.E.H., R.C.H., A.E.R., P.H.W., E.J.S., J.A.S., I.F.M., E.M.S., „Insulated Sodium Conductors — A Future Trend, „IEEE Spectrum, p. 73, November, 1966.
19. V. I. Popkov, „EHV Transmission Lines in the Soviet Union,“ IEEE Spectrum, p. 18, February, 1969.
20. F. Flex, „Growth of Energy Consumption throughout the world “, IEEE, Spectrum, p. 81, July, 1964.
21. R. R. Bennett, „Planning for Power — A Look at Tomorrow's Station Sizes, „IEEE Spectrum, p. 67, September, 1968.
22. Towards 2000 MW Sets, Energy, International, March 1968.
23. A. Lavi, C. Zener, „Energy from Sun and Sea : Plumbing the Ocean Depths : A New Source of Power, „IEEE Spectrum, p. 22, October, 1973.
24. H. F. Storm, „Solid State Power Electronics in the U.S.A., IEEE, Spectrum, p. 49, October, 1969.
25. Staff of Motorola Semiconductor Products Division, „High Power Solid-State Devices, „IEEE Spectrum, p. 93, January, 1964.
26. F. W. Gutzwiller, „Thyristors and Rectifier Diodes — The Semi-conductor Work-horses, „IEEE Spectrum, p. 192, August, 1967.

★ ★ ★

أحمد أبوزيد

## الطاقة والحضارة

من أكثر الحقائق وضوحاً فيما يتعلق بالمجتمع البشرى والحضارة الإنسانية عموماً ، تعدد أشكال المجتمعات والثقافات أو الحضارات ، وتنوع أشكال وصور النشاط البشرى منذ ظهور الإنسان المبكر حتى الآن . وهي أشكال وصور نشأت أصلاً نتيجة لمحاولة الإنسان الدائمة للتغلب على البيئة الطبيعية التي تحيط به ، أو على الأقل محاولة التلاؤم معها . وربما كانت هذه المحاولات الطويلة المستمرة هي التي أعطت الإنسان « إنسانيته » وميزته تمييزاً شديداً عن بقية الكائنات الأخرى . وهذا لا يعنى على الإطلاق أن تلك الكائنات لا تبذل أية جهود للتلاؤم مع البيئة التي تعيش فيها ، في الواقع أن ثمة صراعات دائماً ينشعب بين الكائنات الحية والبيئة الطبيعية ، ولكنه يختلف في الدرجة من نوع لآخر ، ولكن ربما كان الفارق الأساسي هو أن هذه الكائنات الأخرى تقوم بتلك الجهود بطريقة تلقائية تدفع إليها نفس تكوينها البيولوجي وذلك بعكس الإنسان الذي يقوم بتلك المحاولات نتيجة لمبادئ عقلية تقوم على أساس إدراك المستقبل ، وهذا معناه أن الجهود والمحاولات التي تصدر عنه هي في حقيقة الأمر جهود ومحاولات مقصودة ،

ومتعمدة بل ومرسومة ومدروسة . وناريخ التطور الانسابى القريب نسبيا والذي يفدر بحوالى سبعين مليون سنة ويحدد بداية مايسمه علماء الانثربولوجيا الفيزيكية بالدور الحيوانى أو الطور الشينوروى Cenozoic Era من الزمن الجيولوجي وهو عصر الثدييات - يؤكد ذلك . فقد كانت هذه الكائنات بحمل معها ، ليس فقط امكانيات تطوير وتعديل هياكلها ، بل وايضا التلاؤم والتكيف مع البيئة ، وبذلك امكنها الانتقال الى مراحل متقدمة واكثر تطورا حتى ظهر الانسان الحديث او الانسان العاقل Homo sapiens بكل امكانياته وقدراته الحالية . فالتطور ليس عملية بسيطة ، وان كان يمكن القول ان العامل المسيطر في تلك العملية هو ما يسميه داروين بالانتخاب الطبيعي Natural Selection والانتخاب الطبيعي ليس شيئا واحدا بسيطا بل هو على العكس من ذلك تماما « نتيجة أصلح موءمة بين مكونات البيئة المحيطة باحدى السلالات الحيوانية من ناحية ، وكل خصائص التكوين الجسمى لتلك الحيوانات ذاتها من الناحية الاخرى » . وهى على اية حال عملية تدريجية تتم ببطء شديد نظرا لانها تتألف من عدد كبير جدا من الخطوات الدقيقة المترابطة ، وان كان يبدو ان هناك بعض القفزات الطويلة التي لا تتخللها اية خطوات أخرى قصيرة (١) .

والذى يهمنى هنا ليس هو مجرد تطور التكوين التشريحي لهذه الكائنات الحية ، انما الذى يهمنى هو فى المكان الاول تطور ثقافة الانسان وحضارته ، وبالذات حضارة الانسان « الحديث » وأسلوب حياته وحاجاته الحيوية ، وطريقة اشباع هذه الحاجات والجهود التي بذلها فى سبيل ذلك . اى اننا نأخذ ثقافة الانسان او حضارته بالمعنى الانثربولوجى لهذه الكلمة والذي يشمل كل المخترعات والعادات والتقاليد التي اوجدتها الانسانية منذ القدم ، على اعتبار ان الثقافة او الحضارة بهذا المعنى - هى كل ما يساعد « الانسان » على تحقيق انسانيته . فلولا الثقافة او الحضارة لكنا على ما يقول **وليام هاولز** مجرد نوع آخر من انواع الحيوان ، اى نوع من القرود العليا ، تعيش كبقية الانواع فى جماعات صغيرة لها كل خصائص المجتمعات ، ولكنها مجتمعات بدون ثقافة . فكل زمر أو مجتمعات الشمبانزى تتصرف بأسلوب واحد ، سواء فى طريقة الأكل أو النوم فوق الشجر أو التجول ، بل وفى علاقاتها الاجتماعية الصاخبة . وهذه كلها امور مميزة للشمبانزى ، حددتها لها طبيعتها وقدراتها العامة . اما حالة الانسان فتختلف عن ذلك . فكل مجتمع بشرى له رصيد اضافى من السلوك يغطى ويخفى تلك الخصائص الأولى ويعدل منها . وهذا الرصيد الاضافى هو ما نسميه بالثقافة . وزيادة على ذلك فان هذه الطبقة العلوية لا تتشابه ابدا فى أى مجتمعين متميزين لانها ليست فطرية ، كما انها لا تصبح ابدا اجزاء من التكوين نفسه ، اى انها ليست فى ذاتها خاصة بيولوجية . صحيح انها ( تورث ) - وهذه نقطة هامة - ولكن كما تورث الاملاك لا كما تورث العيون الزرق . فالثقافة اذن هى كل

( ١ ) انظر فى ذلك ترجمتنا العربية لكتاب **وليام هاولز** عن « ما وراء التاريخ » دار نهضة مصر ، القاهرة ١٩٦٥ صفحة

٢. وما بعدها . والكتاب فى الاصل الانجليزى كان بعنوان Howells, William ; Back of History



تلك الأشياء التي لا تورث بيولوجيا . (٢) ويقول آخر بسيط فان التعافى او الحضارة هى كل ما يتقبله الانسان كطريقة للعمل والتفكير ، وكل ما يتعلمه ويعلمه لغيره من الناس . فالتعليم والتعلم هما وسيلة انتقال الثقافة او الحضارة والطريقة التي تتغير بها وتتطور . وهذه خاصية مميزة للانسان الذى ينفرد عن غيره من الحيوانات بالتالي بالقدرة على اختراع الحضارة وخلقها وتطويرها ، بحيث تتخذ اشكالا وصورا متفاوتة تتلاءم مع الاوضاع التي تعيش فيها المجتمعات المختلفة ، ومع رغبة الناس فى التلاؤم والتواءم مع هذه الاوضاع وتسخيرها لصالحهم (٣) .

وواضح من هذا كله ان الانسان انما يفهم بمناشطة المختلفة وهو مدرك تماما لما يفعل ، ويحاول فى هذه المناشط ان يسد حاجاته ومطالبه المتنوعة ، سواء فى ذلك الحاجات والمطالب الفسيولوجية كالطعام والشراب - وهى مطالب أساسية ، او الحاجات والمطالب الاولى كالملبس والحاجة الى الدفء ، او اخيرا الحاجات والمطالب « ذات المستوى الرفيع » كالقراءة والاستماع الى الموسيقى والقيام بالرحلات وما الى ذلك . ومع انه لا يوجد حد اقصى لحاجات الانسان ومطالبه فثمة مطالب أساسية تعتبرهى الحد الأدنى لاحتياجاته . وتختلف طبيعة ومضار وصور واشكال هذه الحاجات باختلاف البيئة الثقافية ، بل وايضا البيئة الفيزيائية :

(٢) المرجع السابق ، صفحات ٥٨ - ٥٩ . والمعروف ان العالم الانثروبولوجى البريطانى ادوارد بيرنت تايلور E.B. Taylor يستخدم الثقافة Culture والحضارة Civilization بمعنى واحد ، ويعرف الثقافة بقوله : « الثقافة او الحضارة ، بمعناها الانثوجرافي الواسع ، هي ذلك الكل المركب الذى يشمل المعرفة والعقائد والفن والاخلاق والقانون والعرف وكل القدرات والمعدات الاخرى التى يكتسبها الانسان من حيث هو عضو فى مجتمع : - انظر فى ذلك : Tylor, Primitive Culture, 1871 (Fifth Edition 1913) Vol. I, P.1.

راجع ايضا كتابنا عن « تايلور » فى مجموعة نوابغ الفكر الغربى ، دار المعارف القاهرة ١٩٥٨ ، وكتابنا عن « البناء الاجتماعى : الجزء الاول ، المفاهيم » ، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر ، القاهرة والاسكندرية ، الطبعة الثالثة ١٩٧٠ ، صفحة ١٨٨ .

(٣) قد يمكن ان نسترشد هنا - مرة اخرى - بمثال على درجة كبيرة من البساطة ولكن له مدلوله فى هذا الصدد - من كتاب وليام هاولز الذى سبقت الإشارة اليه . يقول هاولز « ان عصا الحفر التى من نوع معين مثلا والتي تستخدم فى اقتلاع الخفريات البرية من الارض بقصد اكلها هى ثقافة . كذلك الحال بالنسبة لارتداء جلود الحيوانات طلبا للدفء .. وقد نجد عند القرود العليا ما يجعلنا نذهب الى انها تملك مثل هذه الأشياء او تستخدمها . فهي تستخدم العصا مثلا فى الحال ، وهى فى القفص ، اذا نحن زودناها بالمعوى واعطيناها شيئا مثيرا لكى تستخدم العصا من اجله .. والشimpanزى يستطيع استخدامها بطرق خاصة به ، بل انه قد يبتكرها بنفسه . والواقع انه كثيرا ما تكتسح مستعمرات الشimpanزى السجينة نزوات عارمة تستخدم فيها العصا لابقاع الأذى والشر بغيرها . ولكن هذا يحدث فى الحديقة بطريق المصادفة والعرض ، اى انه لا يخلق عمدا ولا يحفظ به ولا يورث ، بل ولا يمكن فهمه كاساس رتيب منتظم فى حياة الشimpanزى .. اما الانسان فانه يستعمل هذه الأشياء ، ليس كمادة فحسب ، بل وايضا كافكار . فعصا الحفر ليست مجرد عصا قد يصادفها حوله ، وانما هى عصا ( للحفر ) تستخدم فى اقتلاع ( الخفريات ) من الارض . صحيح انه قد يرحب باستخدامها احيانا فى تاديب زوجته ، ولكنه حين يفعل ذلك يدرك انه يضربها ( بعصا الحفر ) . وزيادة على ذلك فان الشيء المهم ليس هو العصا ذاتها بقدر ما هو نمط العصا ، وهو نمط للسلوك . فالزمرة الاجتماعية هى التى تملكها ، وقد نعرف شخصا معيننا يستخدم عصا الحفر للحصول على الخفريات كما نعرف افضل انواعها . وهذا النمط المعروف الذى ينتج عنه عصا الحفر هو العنصر الثقافى العلى ... وللانسان القدرة على حفظ هذه الافكار وتغييرها والاضافة اليها . وعلى ذلك فليس من الاسفاف ان نقول ان الفارق بين قصر بكنجهام واحد الكهوف الذى يعرف سكانه اشغال النار الى جانب المدخل اقل - بشكل ما - من الفارق بين ذلك الكهف وكهف آخر لا يستطيع سكانه اشغال النار » - نقلا عن ترجمتنا العربية للكتاب ، صفحات ٦٠ - ٦١ .

وكذلك باختلاف الطبقة والعمر والجنس بل وحجم الجسم ومقدار النشاط وغير ذلك . والواقع انه كلما كانت هذه الحاجات والمطالب (بأنوية) زاد التنوع ، وان كان هذا لا يجمع من تنوع المطالب الأولية ذاتها . فالمجتمع الذى يعيش افراده فى درجة حرارة يصل معدلها السنوى الى ٢٥ درجة مئوية مثلاً يحتاج الفرد فيه الى عدد من السرعات الحرارية أقل بحوالى ٧ / مما يحتاج اليه الفرد الذى يعيش فى مجتمع لا ترتفع درجة الحرارة فيه الى أكثر من ١٠ درجات مئوية ، وذلك على افتراض نماتل المجتمعين فى حجم السكان والتركيب العمرى ومتوسط حجم جسم الافراد وما الى ذلك (٤) .

وليس ثمة شك فى ان الانسان يحاول ان يتسبغ حاجاته المتنوعة بأساليب متنوعة أيضاً وبعناصر مختلفة . . . الخبز واللحم واللبن والقطن والصوف والوقود والورق والحديد والكهرباء والغاز وما إليها . واحدى وسائل تحقيق التوازن بين هذه العناصر المتنوعة المتغيرة هى الرجوع الى قيمة الطاقة التى يحتويها كل عنصر . والوحدة التى يقاس بها ذلك « الكالورى » وهذا يعنى ان الحياة تعتمد على انسياب الطاقة وندفها . . فالانسان يحتاج الى الطاقة ، ولكنه هو نفسه ينتج الطاقة . ومعظم ما يأخذه الانسان من طاقة يفقده فى شكل حرارة يستخدم بعضها فى عمليات كيميائية ، وبعضها ( حوالى ٦٠ ٪ ) يبذلها الجسم فى شكل فضلات ونفايات ، ولكن البعض الآخر تتمثل على شكل النشاط العصبى والآلى . ومن المؤكد ان الانسان يستطيع استخدام طاقته الخاصة فى التحكم فى أشكال الطاقة الأخرى وتسخيرها لصالحه ، وهذا يؤدى بدوره الى السيطرة على البيئة الفيزيائية التى تحيط به والى تحقيق أهداف أعلى وأسمى من مجرد الأهداف التى تتعلق بوجوده المادى او الحيوانى (٥) .

والواقع ان الطاقة تصبح فى متناول الانسان حين يكشف عن مصادرها وينجح فى التحكم فيها والتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر ، فى الوقت المناسب والمكان الملائم وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة . ولكى يتحقق ذلك لا بد له من أن يعتمد على مختلف انواع محولات الطاقة . واقترب مثل لهذه المحولات الى الذهن هو القاطرة البخارية التى تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية . وكل عملية من عمليات التحويل تتضمن بالضرورة استهلاكاً وفاقد فى الطاقة . فالناجى من عملية التحويل ، أى مقدار الطاقة التى تحصل عليها فى الصورة او الشكل المناسب تكون دائماً أقل من الطاقة الداخلة او التى استخدمت فى عملية التحويل ذاتها . كذلك تعتبر النباتات والحيوانات التى يتغذى الانسان على لحمها محولات للطاقة . فمن طريق التمثيل الضوئى يقوم النبات بتحويل ضوء الشمس والماء وغازاتى اكسيد الكربون والمعادن الى مواد عضوية تشتمل - ولكن بنسب مختلفة - على المكونات الثلاثة الرئيسية فى الطعام ، وهى الكربوهيدرات والبروتين والدهون . وبالاختصار فان النباتات هى بالضرورة محولات تقوم بتحويل ضوء الشمس الى احدى صور وأشكال الطاقة الكيميائية . اما الحيوانات التى يعيش الانسان على لحمها فانها تعتبر هى أيضاً محولات للطاقة ، من حيث انها تقوم بتحويل احدى أشكال الطاقة الكيميائية الى شكل آخر يناسب الانسان ويكون مفيداً له . فهى تتمثل النباتات التى لا يستطيع الانسان ان

(٤) Cipólla, Carlo M. ; The Economic History of World Population ; Pelican, London 1967, p. 33.

Ibid, p. 35.

(٥)

يأكلها أو بهضمها وحولها الى بروتينات ، ودهون يمكن أن يتمثلها بدوره . ونظرا لأن البروتينات الحيوانية أعلى في القيمة الغذائية من الكربوهيدرات فإن الانسان يجد من الملائم له أحيانا أن يستخدم الحيوانات كمحولات بأن يطعمها حتى بالنباتات التي يستطيع أن يعيش عليها ويتغذى عليها بسهولة . ومع ذلك فإن الحيوانات ومعظم النباتات لا تعتبر - من الناحية التكنولوجية البحتة - محولات على درجة عالية من الكفاءة ؛ نظرا لأن جانباً كبيراً جداً من الطاقة الداخلة نستنفذ في عملية حفظ حياة تلك الحيوانات ، أو النباتات ذاتها والابفاء عليها . بل إن الفقد في الحيوانات يكون أكبر بكثير منه في النباتات . ذلك أن الانسان حين يتناول النباتات كجزء من طعامه فإنه يحتفظ بجزء معين فقط من الطاقة الكامنة فيها ، ولكنه حين يأكل البروتين الحيواني فإنه لا يحصل الا على جزء من الطاقة التي كانت تحتويها النباتات التي أكلتها الحيوانات ، وبذلك فإنه لا يحصل الا على جزء من جزء من الطاقة التي كانت في النبات . وهذا هو السبب الرئيسي في أن المجتمعات الفقيرة تعتمد على الكربوهيدرات النباتية بدلا من اعتمادها على البروتينات الحيوانية . فكفاءة الحيوانات التي يعيش الانسان على لحمها في أداء دورها كمحولات تقوم بتحويل أحد اشكال الطاقة الكيميائية ( العشب أو العلف ) الى شكل آخر للطاقة ( اللحم ) يمكن تقديرها بأنها ١٠٪ تقريبا . . (٦) .

وحين ظهر الانسان العاقل على هذه الارض كانت النباتات والحيوانات التي تقوم بدور المحولات موجودة بالفعل من قبل . والواقع ان الانسان العاقل ظل خلال الجزء الأكبر من حياته وتاريخه لا يفعل شيئا سوى تعقب الحيوانات وتبعها ، أو جمع النباتات والثمار والدرنات . وكانت كل معرفته تنحصر في أي الحيوانات والنباتات يصلح كطعام ، وإيها لا يصلح . وكل هذا معناه ان الانسان كان ينفق وقته وجهده وطاقته في البحث عن الطعام ، معتمدا في ذلك على الحظ وعلى قدرته على قتل الحيوانات ، أو حتى قتل غيره من بنى البشر ، وأنه كان مهددا طيلة الوقت بالمجاعات مما كان يدفعه في كثير من الاحيان الى قتل اولاده والتغذي بلحمهم . والواقع ان استخدام الطاقة في القنص والجمع كان وسيلة لتوفير القوت للانسان خلال ما يزيد على ٩٩٪ من تاريخ الانسانية . ولم يبدأ الانسان في استئثار طاقته في الزراعة الا خلال العشرة آلاف سنة الاخيرة فقط أو نحو ذلك ، مما ترتب عليه من زيادة في الانتاج بالنسبة للوحدة . وقد أدى ذلك الى تحول معظم الجماعات التي كانت تعيش على القنص الى الزراعة والفلاحة ، وان كانت هناك جماعات كثيرة لا تزال تعيش على الصيد والجمع ، أو تجمع بين الاثنين كما هو الحال في كثير من الشعوب الافريقية ، وعند جماعات الاسكيخو في آلاسكا وكندا وجرينلند .

والسؤال الذي يتبادر الى الذهن ازاء هذا التنوع في أساليب العيش والنشاط الاقتصادي وما يرتبط بهذا كله من تنظيم اجتماعي هو : ما هي خصائص أنماط انسياب الطاقة Flow of Energy في هذه الجماعات المختلفة ، سواء تلك التي تعيش على الجمع والالتقاط أو الصيد والقنص أو الزراعة ، أو الصناعة ؟ وكيف يمكن توجيه واستغلال الطاقة المتاحة في اوجه النشاط المختلفة حتى يمكن لمثل هذه الجماعات أن تعيش وتستمر في الوجود ؟

• • •

## ( ١ )

في عامي ١٩٦٧ ، ١٩٦٨ قام **وليام كمب William B. Kemp** بدراسه مركزه لبعض جماعات الاسكيمو المنعزلة في المنطقة القطبية الكندية الشرقية اهتم فيها بوجه خاص بدراسة الاوضاع الاجتماعية والاقتصادية في قريتين تمثلان درجتين مختلفتين من التقدم والتحضر ، بحيث تعكس احدي القريتين اسلوب الحياة التقليدية القديمة التي ظلت سائدة قرونا طويلة بين الاسكيمو ، بينما تمثل القرية الثانية نمط الحياة الحديثة التي تعتمد على اساليب تكنولوجية اكثر تقدما في عمليه صيد اسماك الصيد الكبيرة التي يعتمد عليها الاسكيمو في معاشهم وفي كثير من نواحي حياتهم اليومية الاخرى . ومع ان كمب اراد من دراسته ان يحيط بكل نواحي النشاط البشري والتنظيمات الاجتماعية وانماط الثقافة عند الاسكيمو ، فانه **اتجه اتجاهها يعتبر جيدا الى حد ما** ، او على الاقل طورها لبعض الآراء النظرية السابقة في الفكر الاجتماعي والانثروبولوجي ، واعنى بذلك دراسه درجة انسياب الطاقة وتوجيهها في المجتمع ( قرى الاسكيمو في هذه الحالة ) ، وذلك عن طريق قياس الطاقة المبذولة والعائد على العائلات هناك اثناء نشاطها اليومي ، ومدى تأثر هاتين الناحيتين ، ( اي الجهد البشري المبذول في الصيد والعائد المادي ) بالتجديدات التي طرأت على أساليب الصيد وتحول الاقتصاد التقليدي الى اقتصاد نقدي . ولقد كان من أول واهم ما لاحظته كمب هو أنه في مثل ذلك الجو البارد القارص فان استمرار حياة الانسان تتوقف على مطلبين اساسيين هما : الحصول على قدر مناسب من السعرات الحرارية وذلك في شكل الطعام الذي يأكله ، والثاني هو محاولة توفير الجو والمناخ الملائمين وذلك في شكل السكن والملبس . والوسيلة الوحيدة لتحقيق المطلب الأول هي صيد اسماك الصيد والتغذي عليها وان كان الناس من القرية الحديثة يستكملون طعامهم عن طريق شراء الطعام المستورد ، كما انهم يستخدمون في الصيد وفي قنص بعض الحيوانات البارود والاسلحة التي كانوا يشترونها عن طريق النقود التي يحصلون عليها من بيع الفراء والجلود ( منتجات الصيد ) والاحجار المنحوتة والعاج المنقوش ( اي منتجات الكفاءة والمهارة الفنية ) كما ان قدرا من هذه النقود كانوا يصرفونه في شراء الوقود اللازم لقوارب الصيد الحديثة . وباختصار فان استمرار حياة الفرد والمجتمع كان يتطلب بذل الطاقة في تتبع الصيد وصناعة الاشياء والسلع الفنية . ومن هذا كله فان الرجل العادي يحصل على ٣٠٠٠ وحدة حرارية ( سعرات ) يوميا ، وهو قدر يكفي لاستمرار النشاط المطلوب على المستوى اللازم ، او على بعض الشيء من المستوى اللازم ... ويواصل كمب دراسته الطريفة - وهي في عمومها دراسة في الايكولوجيا الثقافية - لبيان الفرق بين القريتين في طريقة بناء الاكواخ والمساكن ، سواء في ذلك المساكن التقليدية المغطاة بالجلود والفرارات المحشوة بالاعشاب والشجيرات والتي يصل سمكها الى حوالي عشر بوصات ، او المساكن الحديثة المصنوعة من الخشب المجزأ والتي تزودهم بها السلطات الحكومية هناك . وتضاءل المساكن من الداخل عن طريق استخدام دهن الحيوانات والاسماك وشحومها . ويلاحظ كمب مثلا ان الشحم والدهون والزيوت التي يحصل عليها الاسكيمو من احدي اسماك الصيد التي يبلغ وزنها مائة رطل في منتصف الشتاء يصل الى حوالي ٦٤٠ اوقية وهي كمية تكفي لتدفئة السكن المتوسط لمدة ستين ساعة بصفة مستمرة وبدرجة حرارة تصل الى حوالي ٦٨ درجة فهرنهايت وبمعدل حوالي ٥٦ درجة . والدراسة في عمومها تسير على هذا المنوال الذي يحرص فيه

الكاتب على ان يبين ان الحياة في هذا المجتمع انما يمكن فهمها ونفسيرها في ضوء عامل واحد هو الطاقة : الطاقة التي يستمدّها الانسان من الطبيعة ، والطاقة التي يبذلها في أداء العمل والانتاج الذي يستمد منه الطاقة اللازمة وهكذا . مدورة الطاقة او انسياب الطاقة هو اذن العنصر الاساسي لفهم تركيب المجتمع والنظام الاجتماعي وبخاصة النظام الاقتصادي (٧) . بل الاكثر من ذلك هو ان نفس التركيب الجسمي يكشف عن مدى القدرة على اختزان الطاقة التي سوف يبذلها الجسم فيما بعد في العمل الشاق المضني الذي يتطلبه الصيد . فالاسكيمو كثيرهم من سكان المناطق الباردة يميلون الى السمنة كما تميل اطرافهم الى القصر والاكتناز . وهذا معناه قلة سطح الجلد الذي يفقد الحرارة وكثرة كمية الدهن الذي يحتفظ بتلك الحرارة . . والحرارة طاقة في آخر الامر .

والشيء نفسه يمكن ان يصدق - ولكن بطريقة أخرى مختلفة - على الشعوب الاخرى التي تعيش على جمع الطعام ، وتنفق في سبيل ذلك قدرهاثلا من الطاقة ، يتناسب مع طبيعة العمل الذي يقومون به . وربما كان خير مثال لذلك - وهو مثال يناقض الاسكيمو تماما - هو جماعات البوشمن في جنوب افريقيا الذين يواجهون مشكلة كبرى في تتبع القنيسة للقضاء عليها بالقوس الصفيرة والسهم المسمومة . وقد تكون الاصابة غير قاتلة تماما ، ولذا يركض الحيوان الجريح هاربا بسرعة تفوق بالطبع سرعة الانسان ، فيتنبع الصياد اثره . وقد يفتضبه ذلك بضعة ايام يقطع مسافة طويلة متحملا كثيرا من المشقة والتعب . « وحتى نتبين اهمية المهارة البشرية الخاصة وقوة الاحتمال في هذا النوع من القنص يكفي ان نذكر ان الصياد هناك يستطيع بالفعل ان يطارد الظبي الافريقي Springbuck - حتى ولو لم يكن جريحا - الى ان يقتله ، وذلك بأن يتعقبه بحيث لا يترك له أية فرصة للراحة ، وبخاصة في الجو الحار - الى ان تؤدي الرمال الساخنة الى انفصال حوافره فيعجز تماما عن الحركة (٨) .

الا ان كل هذه الطاقة البشرية التي يبذلها الانسان في الصيد وتتبع القنيسة لتستكمل عن طريق وسائل أخرى وأدوات متنوعة مثل الفخاخ والزبي والمهاوى والشباك والحرا ، سواء كان ذلك في صيد السمك او الحيوان . ويعتبر هذه الوسائل عاملا مساعدا للطاقة التي يبذلها الانسان في عمله ، بحيث توفر عليه بعض تلك الطاقة ، كما انه قد يستعين بطاقة الحيوانات الاخرى كالكلاب في القنص . . . بيد ان حرارة الجو وظروف البيئة الفيزيائية تملئ عليهم ان يقيموا مساكنهم بطريقة مخالفة لتلك التي نجدها عند الاسكيمو . فهم يقيمون في اكواخ صغيرة مؤقتة تقام من فروع الاشجار التي تثبت في الارض تم تغطى بالحشائش او بالحصى المجدول من النباتات العشبية او الجلود . وبينما يستطيع الاسكيمو تخزين الطعام لمدة طويلة في الجليد فان حرارة الجو تمنع من ذلك عند البوشمن ، ولا تسمح بالاحتفاظ بالطعام لاكثر من يوم او نحو ذلك ، ولذا فانهم يرون ان « افضل موضع يوضع الطعام فيه هو المعدة » ، وهذا في حد ذاته يزودهم بالطاقة اللازمة لاعمال الصيد . فهم يتجولون في جماعات او زمر صغيرة العدد ، او حتى في عائلات ، بحثا عن الصيد . بل ان هجرة

(٧) راجع في ذلك مقالا كتبه كمب نفسه بعنوان :

The Flow of Energy in a Hunting Society, Scientific American Vol. 224, No. 3, Sept. 1971, pp. 105-113.

(٨) راجع ترجمتنا العربية لكتاب هاولز « ماوراء التاريخ » المرجع السابق ذكره صفحة ١٦٨ . انظر ايضا : -

Forde, C. Daryll, Habitat, Economy and Society : A Geographical Introduction to Ethnology, Methuen, London 1952, pp. 24-32.

الحيوان الموسمية تضطربهم الى تغيير مساكنهم . ومعظم تفكيرهم يدور حول مشكلة الطعام الذى يمدهم بالطاقة . ونظرا لفقر البيئة التى يعيشون فيها فانهم يضطرون الى ان يتناولوا صنوفا من الطعام قد تعافه الشعوب الاخرى ، وبذلك فانهم لا يفاضلون بين مختلف انواع الطعام ، وانما يكادون يأكلون كل ما يستطيعون هضمه من ظباء واسود وضباع وفيران ووعابين وسحالي وعقارب وضفادع وحشرات وديدان وكل انواع الثمار والدرنيات . بل انهم لا يكادون يحملون بحاله الطعام ، ولذا فانهم يأكلون اللحم المتعفن وبيض النعام القديم الفاسد ، وهذا فضلا عن انهم يأكلون بشراسة ونهم حين يوجد الطعام ، ثم يقتنعون بوجبة ضئيلة جدا حين يعز الطعام . ويبدو ان تلك الشراهة او ذلك النهم فى الاكل هو من خصائص ومميزات كل الشعوب والجماعات التى تعيش على الصيد والقنص نظرا للظروف التى يعيشونها (٩) . وعلى العموم فان حيواناتنا تعطينا صورة طيبة عما كانت عليه الاوضاع فى العصر الحجري الوسيط .

هذان المثالان من جماعات الجمع والصيد والفنص « البدائية » التى يعنبرها الكثير من علماء الاجتماع والانثروبولوجيا ممثلة لمجتمعات وثقافات العصر الحجري الوسيط يمكن ان نستخلص منها بعض المبادئ المتعلقة بسير الحضارة وتطورها ، واعتماد ذلك التطور على الطاقة التى يستمدتها الانسان من الطبيعة ويخترنها ، لكى يبذلها من جديد فى العمل وفى الانتاج الحضارى ، بالمعنى الواسع للكلمة .

فالانسان فى هذه المرحلة من مراحل التطور الحضارى او الثقافى يضطر الى الرحلة والانتقال عبر مساحات شاسعة من الارض بحثا عن الطعام . وهذا فى حد ذاته مقياس ودليل كاف لقدرة الانسان على حل المشكلات التى تواجهه وحياته اليومية ، وبخاصة مشكلة توفير الطعام والقوت وبالتالي توفير الطاقة ، او على الاصح ما يعرف باسم **طاقة الوضع Potential Energy** التى يمكنه استخدامها فيما بعد . ويتحكم فى هذه الهجرات والانتقالات والتحركات بظروف من الاوضاع الجغرافية السائدة مثل البرودة والحرارة الشديدة المتطرفة واتساع المناطق التى يغطيها الجليد او الماء والجبال او الصحارى الرملية القاسية ، ولكن الاهم من ذلك كله هو خضوع هذه التحركات لعامل قلة الطعام وندرة الماء فى بعض الاحيان كما هو الحال فى الصحارى بالذات ، وما يستلزمه ذلك من ضرورة الدفاع عن الاراضى التى تقيم فيها تلك الجماعات ، او تحرك وننفل بين ربوعها باعتبارها كلها مواطن لها ، وهى مناطق تختلف من موسم لآخر تبعا لوفرة الحيوانات والاسماك التى يصطادونها او الدرنات والثمار التى يجمعونها . وتكشف هذه التحركات والهجرات عن قدرة الانسان الفائقة - حتى فى تلك المرحلة المبكرة او الدنيا من مراحل التطور البشرى والحضارى - على ان يكيف نفسه ويعدل من سلوكه واستجاباته بما يتلاءم مع الظروف والاطوار التى تحيط به ، مستخدما فى ذلك ذكاء وخبراته السابقة وخبرات غيره من الناس ، وهى امور ينفرد بها الانسان عن الرئيسات غير البشرية **Non-Human Primates** التى تتصرف فى

(٩) مما يذكره وليام هاولز ( المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٦٣ ) عن نهم البوشمن ان الكثيرين من الناس قد شاهدوا « شخصين اثنين من البوشمن يأتیان على شاة كاملة او على كميات مماثلة من لحوم الحيوانات التوحشة فى نصف يوم .. وحين اقول هنا ( شاة كاملة ) فأننى لا اعنى الاجزاء التى نفضلها نحن فحسب ، وانما اعنى ايضا الامعاء وما اليها ... ولا مرأى فى ان هذا عمل قد وليس مجرد شيء يمكن لای انسان ان يقوم به بغير تدريب وترويض طويلين ، وهو اقل ما يمكن ان يوصف به » .

العادة بطريقة تلقائية واستجابته للفريضة . صحيح ان بعض الكائنات شابه البشرية قادرة على الاستفادة من الخبرة السابقة ، ويتمثل ذلك في أبسط مظاهره في استخدام بعض تلك الكائنات ( للادوات البسيطة ) مثل فروع الاشجار في الحفراو الحجارة في الطرق والكسر والفذف . ولكن الانسان المبكر او الانسان الاول يتفوق عليها كله في قدرته على صقل وتهذيب تلك « الادوات » بل وينويها مما يعنى انه حتى في اكثر مراحل التطور تبكيرا كان الانسان يدرك تماما الفكرة والهدف من صنع تلك الادوات واستخدامها ، وانه كان يصنع تلك الادوات عن وعى وادراك من اجل تغيير البيئة الطبيعية او التغلب عليها واخضاعها لصالحه واشباع حاجاته ومطالبه . ومن هذه الناحية وعلى هذا الاساس نجد كثيرا من العلماء يرفضون استخدام كلمة « ادوات » الا للاشياء المادية التى تستخدم عمدا وعن قصد ووعى وادراك لتغيير البيئة الفيزيقية ، وهم بذلك يرون ان صنع « الادوات » واستخدامها - بهذا المعنى - خاصة يتميز بها البشر وبعض اشباه البشر عن الرئيسات غير البشرية . ويستخدم الرئيسات العليا ( الادوات ) بنفس الطريقة التى تستخدم بها أجسامها . وهى تستعين باطرافها او حتى بجسمها كله في الدفع والضرب والطرق والقطع والجذب وما الى ذلك ، وليست « الادوات » في هذا كله سوى امتداد للجسم ذاته ولو انها تساعد تلك الرئيسات على ان يكون سلوكها وافعالها اكر فعالية نظرا لأن هذه « الادوات » تصنع من مواد اكثر قوة واحتمالا وصلابة من عضلات الجسم (١٠) .

وليس من شك في أن الانسان الذى يعتبر ارقى الرئيسات وأكثرها ذكاء وقدره على التكيف قد استخدم خلال كل مراحل تاريخه انواعا عديدة من الآلات والادوات المتفاوتة في البساطة والتعقيد ، وبخاصة في الاعمال التى تتطلب معدلات لبذل الطاقة اكبر مما يستطيع ان يحصل عليه من جسمه هو وحده . ومن هذه الناحية فان الآلات تساعد الانسان في « خفض المعدل اللازم لبذل الطاقة الى منسوب يقع في حدود مقدرة الجسم البشرى » . ولكن رغم كل هذه الآلات التى ابتكرها الانسان خلال الآلاف الطويلة من السنين فقد ظل « مقيدا بمورد جسمه للطاقة » ، شأنه في ذلك شأن كل الكائنات الحيوانية الأخرى (١١) . وواضح ان الانسان يبذل الطاقة ويؤدي ( التسل ) لكن يعد للمستقبل ، وهو في هذا كله بصدور عما يتميز به من التبصر البشرى الذى لا يتوفر لغيره من الكائنات .

( ١٠ ) ليس من شك في ان هذا كله لم يكن ليتحقق لولما تتمتع به هذه الرئيسات العليا من قدرة على الاستبصار او ادراك ما يحتمل وقوعه في المستقبل . فهذا الاستبصار هو الذى يساعد البشر واشباه البشر على ان يقوموا بافعالهم عن وعى وادراك بما في ذلك صنع الاشياء التى يستخدمونها في تحقيق اغراضهم واهدافهم . ومن المؤكد ان الرئيسات غير البشرية لاستخدام الادوات في صنع ادوات أخرى ، وانما هذه خاصية مميزة للرئيسات العليا فقط من البشر واشباه البشر ، وهذه الادوات تساعد في آخر الامر على توفير الطاقة المبذولة لتحقيق الهدف المنشود بدرجة عالية من الكفاءة . انظر في ذلك : -

Watson, R.A., and Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Anthropological Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969, pp. 68-72.

( ١١ ) انظر كتاب : آسيمون ( ايزال ) : « الحياة والطاقة » ترجمة الدكتور سيد رمضان هداره - دار المعرفة - القاهرة ١٩٦٨ صفحة ١٢ .

ومن الامور المهمة في هذا الصدد ليس فقط البحث عن الفرض الذى من أجله يبذل الانسان الطاقة ، بل وايضا البحث عن الكيفية التى بفعلها ذلك . اذ ليس من شك في ان هناك معدلا له نهاية قصوى محددة وثابته يستطيع بها المرء ان يقوم بالشغل . ومع ان الانسان قد تكون لديه طاقة كامنة لأداء عمل معين اذا ما أعطى الوقت الكافى لذلك ، فقد لا تتوافر لديه القدرة الكافية لذلك الفرض . والمقصود بالقدرة هنا « المعدل الذى تبذل به الطاقة » . فلكل كائن حى قدره معينة ثابتة يمكن بذلها ، وحيث لا يستطيع الكائن الحى استخدام طاقته بطريقة معينة وبأعلى كفاية فانه يستطيع ان يستعين بالاشياء الخارجية كالادوات (١٢) كذلك يستطيع الانسان من حيث هو اكثر ذكاء من بقية الكائنات الحية تنظيم مجهوده بوعى وادراك لاحداث المستقبل اكثر من الفصائل الاخرى : فهو يبذل الجبوب ويرعاها ويبذل في ذلك كثيرا من الجهد خلال شهور طويلة على الرغم من عدم وجود عائد فوري على الاطلاق . ولكنه يدرك طيلة الوقت ان ذلك الجهد سوف يضمن له في آخر الامر موردا للغذاء خلال اوقات الشدة .

**والنتيجة التى نود الوصول اليها من هذا كله هي ان الانساق الحضارية او الثقافية - شأنها في ذلك شأن الكائنات العضوية البيولوجية - تبذل في محاولتها أداء وظائفها والمحافظة على كيانها وممارسة أنشطتها المختلفة قدرا من الطاقة التى تحصل عليها من نفس البيئات التى تقوم فيها تلك الحضارات .** وسوف نحاول في الاجزاء التالية من هذه الدراسة ان نختبر هذا الحكم وندلل على مدى صحته عن طريق الاشارة الى عدد من المجتمعات والثقافات التى تمثل مراحل مختلفة من التطور الحضارى .



## ( ٢ )

يرجع معظم الفضل في تشبيه المجتمع الانسانى بالكائن العضوى الحى الى علماء الاجتماع والانثروبولوجيا التطوريين في القرن التاسع عشر ، ولو ان هذا التشبيه ، او ما يعرف على الاصح باسم المماثلة البيولوجية Biological Analogy انتقل الى عدد قليل من العلماء من اتباع المدرسة الوظيفية في اوائل القرن العشرين . ثم ظهرت النزعة نفسها بعد ذلك بشكل قوى واضح عند اصحاب النزعة التطورية الحديثة من العلماء المعاصرين الذين اضافوا ابعادا جديدة الى التطورية الكلاسيكية التى كانت تسود في القرن الماضى (١٣) ، واحد تلك الابعاد يتمثل في تصورهم للانساق الثقافية والحضارات الانسانية على انها عمليات ديناميكية لها القدرة على الامتداد والتشعب والانتشار والنمو كىما وكيفيا على السواء ، شأنها في ذلك شأن الكائنات العضوية البيولوجية . فمن **الناحية الكمية** فان الحضارات تمتد وتنتشر عن طريق « التكاثر » او « التناسل » - ان صحت هذه التسمية ، بمعنى ان الجماعات الانسانية تزداد في الحجم وتنقسم وتتفرع طيلة الوقت بحيث يظهر عنها مجتمعات جديدة لها ثقافات وحضارات جديدة ، يتفرع عنها بدورها ثقافات

( ١٢ ) المرجع السابق ، صفحة ٩ .

( ١٣ ) انظر مقالنا عن « التطورية الاجتماعية » مجلة عالم الفكر ، المجلد الثالث ، العدد الرابع ، صفحات ١٠٤٣ -



وحضارات أخرى فرعية لا تلبث ان تنمو وتتطور لتتفرع من جديد وهكذا . وهذا التفرع في الحضارات والانسان المعافيه التي تتخذ صوراً واسكالا متنوعة يعنى في نظر هؤلاء العلماء الامتداد والانتشار والنمو الكيفى للحضارة وهو يرتبط ارتباطا وثيقا بمقدار الطاقة التي تخضعها كل حضارة من تلك الحضارات وتحكم فيها او بدله في مختلف نواحي النشاط الاجتماعى والاقتصادى . ذلك ان درجة التنظيم في اى نسق مادي يتناسب تناسباً طردياً مع مقدار أو كمية الطاقة الى يستخدمها ذلك النسق . فكلما زاد نصيب الفرد في السنة من الطاقة الى يتحكم فيها النسق الاجتماعى الثقافى زاد حجم ذلك النسق من ناحية ، ووصل الى مستوى أعلى في سلم التطور او التقدم الذى يتمثل في تحقيق اكبر من التفاوت او التفاضل البنائى من ناحية أخرى . ومؤدى هذا كله انه يمكن في رأى هؤلاء العلماء النظر الى الثقافة او الحضارة على انها نسق حرارى ديناميكى Thermodynamic يمكن تحليله الى ثلاثة عناصر رئيسيه هى : الطاقة والآلات والانتاج . فالحضارة او الثقافة هى عمل آلي لاشباع حاجات الانسان ، ولكى يتحقق ذلك فلا بد من التحكم في الطاقة وتشغيلها . بيد ان استخدام الطاقة يتطلب توافر اجهزة واساليب ووسائل تكنولوجية هى التى نطلق عليها اسم « ادوات » او « آلات » ونستخدمها في التحكم في الطاقة وتحويلها وبذلك من اجل « انتاج » السلع والخدمات التى تشبع حاجات الانسان المختلفة . وعلى ذلك فان صيد السمك - على ما يقول الاستاذ ليزلى وايت Leslie White - وصنع الفخار وقص الشعر ، وتقب الاذنين لتعليق الاقراط ، وبرد الاسنان من اجل التجميل ، ونسج الملابس وما الى ذلك من العمليات الثقافيه الكثيرة هى امثلة للتحكم في « الطاقة » وبذلك عن طريق الوسائل والاساليب الآليه من اجل اشباع حاجات ومتطلبات بشرية معينة . ومن هنا فانه يمكن النظر الى العملية الثقافية او الحضارية على انها قدرة محركه Motive Power ووسيلة للتعبير واشباع للحاجات والمطالب (١٤) .

وحين يتكلم العلماء عن الطاقة فانهم يقصدون « القدرة على اداء الشغل » . فالشغل والطاقة كلمتان او مصطلحان يكادان يكونان مترادفين ، اوعلى الاصح يمكن تعريف كل منهما بالإشارة الى الآخر . فحين نحرك قطعة من الحجر مثلاً من مكان لآخر ، أو نعيد تشكيلها عن طريق الشطف أو الكسر فاننا نبذل طاقة وتؤدي عملاً ، ونقوم بالشغل ( انظر في ذلك التمهيد الخاص بهذا العدد ) . كذلك يمكن التمييز في الكلام عن الطاقة بين المظهرين الكمي والكيفي أو الصوري . فمن الناحية الكمية يمكن قياس الطاقة باستخدام وحدات محددة ومعيارية مثل الارج والسمرات ( الكالوري ) والوحدات الحرارية البريطانية British Thermal Units وغير ذلك . وعلى هذا الاساس يمكن المقارنة بين مقادير الطاقة المختلفة . اما من الناحية الكيفية فان الطاقة تنعكس وتظهر في عدد كبير جداً من الاشكال والصور . . (١٥) فهناك الطاقة الذرية والطاقة

( ١٤ ) يذهب ليزلى وايت في كتابه عن « تطور الثقافة The Evolution of Culture » الى انه يمكن التعبير من ذلك كله في صيغة رياضية بسيطة هي  $E \times T \rightarrow$  وفي هذه الصيغة تشير E الى الطاقة Energy و T الى الاساليب التكنولوجية Technological Means و P الى المنتجات او Product وبذلك يمكن ترجمة هذه الصيغة على النحو التالي : الطاقة  $\times$  الاساليب التكنولوجية  $\rightarrow$  الناتج او السلع المنتجة التى تخدم حاجات ومتطلبات الناس . انظر في ذلك :

White, L.A. ; Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959, p. 40.

Loc. Cit.

النجمية والطاقة الخلوية . وبالمثل يمكن القول بوجود الطاقة الثقافية او الحضارية . ومن وجهة نظر الانساق الثقافية فان الاشعاع الشمسي والنباتات والحيوانات والرياح والمياه المتحركة وكل انواع الوقود والجزيئات والذرات هي صور للطاقة لها دلالتها وأهميتها من حيث انها تدخل في الانساق الثقافية والحضارية . والمعروف انه لا يمكن خلق الطاقة من لا شيء ، كما انه لا يمكن القضاء عليها او افناءها او ابادنها وازالتها ، وكل ما يمكن عمله هو تحويلها . وعلى ذلك فانه يمكن القول ان الانساق الثقافية تعمل عن طريق التحكم في الطاقة بشكل او بآخر ، وتحويلها الى انتاج سلع وخدمات تشبع حاجات الانسان المختلفة . وتختلف الانساق الثقافية وتنوع من حيث هي وسائل للتحكم في الطاقة ، وقد يكون بعضها اكثر فعالية من البعض الآخر في هذا الصدد . ففد يستطيع أحد الانساق التحكم في وحدات معينة من الطاقة بالنسبة للفرد في السنة ، بينما يتحكم نسق آخر في عدد اكبر أو أصغر من تلك الوحدات وهكذا . وتنحصر اهمية ذلك في العلاقة بين مقدار او كمية الطاقة التي امكن التحكم فيها من ناحية ، وعدد الاشخاص الذين أمكن اشباع رغباتهم بهذه الوسيلة من ناحية أخرى . وعلى هذا الاساس يمكن المقارنة بين الثقافات بالرجوع الى كمية الطاقة التي امكن التحكم فيها واستخدامها بالنسبة للفرد في السنة ، او قد يمكن عقد المقارنات بالرجوع الى « القدرة » - اي معدل أداء العمل - ثم تصنيف الثقافات في حدود والفاظ « قوة حصان » بالنسبة للفرد .

وبطبيعة الحال فان مصدر الطاقة التي أمكن بها تشغيل واقامة الانساق الثقافية المبكرة والحضارات الاولى في بداية تاريخ الجنس البشرى نفسه . فالطاقة التي امكن بها تنظيم الادوات والمعتقدات والعادات والشعائر والعواطف في نسق له وظيفة Function انما كانت تستمد من الانسان ذاته . . . كان الانسان مصدر القوة التي امتدت الانساق الثقافية والحضارة الاولى بالقوى المحركة ، ان أمكن هذا التعبير . وليس ثمة شك في ان مقدار الطاقة التي يستمد منها النسق الثقافي من مثل هذا المصدر ( أى الانسان ) كان صغيرا . فالانسان البالغ العاوى يستطيع ان يولد له قوة حصان او ٧٥ واط فقط . ولكن مع ذلك فان معامل القدرة في النسق الثقافي الذى يستمد كل طاقته من الكائنات العضوية البشرية ليس ار. قوة حصان لكل فرد على حدة ، لاننا حين نأخذ في الاعتبار كل افراد المجتمع من رجال ونساء واطفال وشيوخ ومرضى وضعاف وعجزة فان المتوسط سيكون أقل من ذلك بطبيعة الحال ، وربما لا يزيد عن ٠.٥ ر. أو بـ قوة حصان للفرد . ولما كانت كمية السلع والخدمات التي تشبع الحاجات البشرية تتناسب مع كمية أو مقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد ، فان النسق الثقافي او الحضارى الذى يعمل معتمدا على الطاقة المستمدة من الكائن العضوى البشرى وحده لا بد أن تمثل أدنى حد لامكانيات الانساق الثقافية والحضارية ، وبذلك فان مثل هذه الانساق الثقافية لا بد أن تكون في أسفل سلم التطور الحضارى ، سواء فيما يتعلق بالطاقة المستخدمة بالنسبة للفرد ، او فيما يتعلق بالسلع والخدمات الخاصة باشباع الحاجات والمطالب البشرية والمنتجة بالنسبة للفرد أيضا . وهذا لن يمنع من وجود اختلافات وتباين بين الانساق الثقافية التي تعتمد على الطاقة البشرية وحدها . . . ذلك أن « عامل » الطاقة يمكن ان يتغير تبعا لاستهلاك الاسعرات اليومى ، كما ان « عامل » الآلة يتغير تبعا لدرجة الكفاءة . وعلى ذلك ، وبصرف النظر عن اختلافات الموطن او البيئة التي تنشأ فيها الحضارة والتي تختلف بطبيعة الحال من قبيلة لاخرى في المجتمعات البدائية فسوف نجد ان ثمة

درجة لا بأس بها من التنوع في الانساق الثقافية . فمقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة هو العامل الاساسى في هذه الحالة ، بينما الماملان الآخرا ( الآلات والانتاج ) لن تكون لهما أهمية تذكر - ان كانت لهما أهمية على الاطلاق - بدون عامل الطاقة . فبدون الطاقة لن يكون نمـة معنى للآلات والادوات ولن يكون ثمة انجاز لآى عمل او اى انتاج . وبقول آخر ، فان عامل الطاقة هو الذى يزود المجتمع بمقياس موضوعى ومعقول يمكن به قياس كل الحضارات وليس فقط الحضارات او الثقافات البسيطة - ومدى تطورها ، وبذلك يمكن الحكم على احدى الحضارات او أحد الانساق الثقافية بالتقدم او التخلف تبعا لمقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة (١٦) .

وكما سبق ان ذكرنا فانه لكى يستطيع المرء ان يأخذ فكرة واضحة عن الانساق الثقافية والحضارية « البدائية » التى تقوم على انتاج واستخدام الطاقة المستمدة من الكائن العضوى البشرى وحده فانه يحسن دراسة عدد من الثقافات الموجودة فى الوقت الحالى ، والتى تعكس مع ذلك نفس الملامح التكنولوجية الاساسية التى لا بدت المراحل الاولى مثل سكان تسمانيا او جزر الاندمان او جماعات الاقزام فى افريقيا او اهالى استراليا الاصليين ، وما الى ذلك من الشعوب والاقوام « البدائية » التى تزخر بالاشارة اليها كتابات الانثروبولوجيين ، وعدد كبير من الرحالة . والواقع ان العوامل التكنولوجية والبيئية تعمل معا جنبا الى جنب فى ابراز الاختلافات الثقافية بصرف النظر عن مصدر الطاقة المتحكم فيها وحجمها . ولكن مهما يكن من اختلافات الثقافات الحديثة التى تعتمد على الطاقة البشرية وحدها فى التفاصيل ، فانها كلها تشابه فى ناحية واحدة جوهرية هى عجزها او قصورها عن السيطرة على العالم الخارجى تماما وعن انتاج السلع التى تشبع الرغبات البشرية لكل وحدة من وحدات العمل الانسانى ، وذلك فضلا عن بساطة فلسفاتها او انساق المعرفة والاعتقاد فيها . وكما سبق ان ذكرنا اكثر من مرة فان ادلة كثيرة تشير الى ان الثقافات والحضارات الاولى تشبه الى حد كبير ثقافات وحضارات بعض المجتمعات البسيطة الموجودة حاليا ، والتى لا تعتمد الا على الطاقة الكامنة فى الجسم البشرى وحده ، ولو انها قد تكون اكثر تقدما من الناحية التكنولوجية . وليس من شك فى أن الانسانية كانت خليقة بأن تظل فى أولى مراحل التخلف والبداءة لو لم يتمكن الانسان من أن يزيد من موارد الطاقة المتاحة له . فالانساق الثقافية لا ترقى ولا تتطور بالذكاء البشرى وحده ، أو بالقيم الثقافية أو المثل العليا أو حتى بالعمل الجاد الشاق فحسب ، وانما لابد من أن يتوفر الى جانب ذلك كله الطاقة اللازمة . (١٧)

والخلاصة من هذا كله هو ان ازدياد سيطرة الانسان على المادة عن طريق التحكم فى الطاقة عملية طويلة ولا تزال قائمة ومستمرة حتى الآن ، وسوف تستغرق فى الاغلب زمنا طويلا فى المستقبل . وترجع هذه العملية - كما تكشف عن ذلك الكشف الاركىولوجية - الى عصور سحيقة فى التاريخ وما قبل التاريخ ، اعنى الى بداية ظهور الانسانية . وقد يمكن القول ان كل تقدم

Ibid, pp. 41-42

( ١٦ )

Ibid, p. 43.

( ١٧ )

تكنولوجيا يمكن تحقيقه في الماضي كان ينطوي في واقع الامر على مرحلة جديدة من التحكم في الطاقة . كذلك فان التقدم في استخدام الادوات في عملية توجيه الجهود البشرى نحو السيطرة على النار او على القوى الحيوانية يرجع هو ايضا الى عصور سحيقة في القدم ، ولذا فان من الصعب معرفة كل الخطوات التي مرت بها هذه الجهود في محاولة التحكم في الطاقة . ولكن الذي لاشك فيه هو ان الحاجة لاتزال ماسة للعمل على التحكم في مزيد من الطاقة لدرجة ان هناك من العلماء من يذهب الى حد القول بان الرغبة في التحكم في الطاقة وتسخيرها في مختلف مظاهرها هو جزء اساسي من الطبيعة البشرية ، بل ويكاد ان يكون امرا غريزيا . (١٨)

• • •

### ( ٣ )

في كتابه القيم عن « The Modern Theory of Energetics » يذهب فيلهلم اوستفالد Wilhelm Ostwald الى القول بان « تاريخ الحضارة لبس سوى تاريخ تقدم سيطرة الانسان وتحكمه باطراد في الطاقة » ( صفحة ٥١١ ) وقد كتب اوستفالد هذا الكتاب في بداية القرن الحالى ( عام ١٩٠٧ ) وهى فترة شاهدت كثيرا من المناقشات حول دور الطاقة في بناء المجتمع البشرى . وقد ادلى كثير من علماء الاجتماع والانثربولوجيا من التطوريين المحدثين - وبخاصة في الثلاثينات من هذا القرن - بكثير من الآراء حول هذه القضية التى لم تلبث ان وجدت لها فيما بعد تطبيقات عملية في عدد من البحوث الميدانية كنك الدراسة التى قام بها كيمب Kemp عند جماعات الاسكيمو والتى سبق الاشارة اليها . . . ومحاولة دراسة العلاقة بين تزايد التحكم في الطاقة واطراد التقدم الحضارى تنبع أصلا من الاعتقاد بأن احدى الخصائص المميزة للحضارة هى امكان انتقالها - او على الاصح نقلها - عن طريق الوسائل غير البيولوجية من جيل لآخر ، بل ومن مجتمع لآخر ومن منطقة لآخرى ، على اعتبار انها احدى صور او اشكال التراث الاجتماعى ، ومن هنا فانها تنتقل عن طريق « الاجهزة الاجتماعية » المختلفة . فالحضارة بالمعنى الذى وصفه تايلور والذى جعلها بمقتضاه مرادفة للثقافة تتألف في آخر الامر من عناصر مادية كالالات والادوات والمعدات والملابس والحلى وما اليها ، وعناصر غير مادية تتمثل في الافعال والمعتقدات والاتجاهات ، او المواقف التى تظهر في مناسبات معينة والتى تتصف كلها بخاصة الرمزية . وعلى هذا الاساس ايضا يمكن اعتبار الحضارة او الثقافة تنظيما للاساليب والوسائل الخارجة عن جسم الانسان ، والتى لا يقوم بها سوى الانسان من دون بقية الكائنات الحية في صراعه من اجل البقاء . ومن هذا تعتبر الحضارة او الثقافة متصلا Continuum متميزا عن التراث البيولوجى الذى ينتقل الينا آليا عن طريق الجينات او المورثات . والواقع ان كل العلماء الذين تعرضوا لمشكلة تعريف الثقافة او الحضارة يعطون اهمية كبرى لعنصر « التعليم » او « الاكتساب » ويبعدون عنها بالتالى كل ما هو غريزى او فطرى او موروث بيولوجيا ، ويرون انها هى حصيلة العمل والاختراع والابتكار الاجتماعى ، او انها حصيلة النشاط البشرى ،

وان وجودها بذلك غير مرتبط بوجود الافراد من حيث هم أفراد ، وهذا هو ماجعل بعض هؤلاء العلماء من أمثال هيربرت سبنسر Herbert Spencer وكروبر Kroeber يستخدمون اصطلاح « مافوق العضوى Superorganic » في كلامهم عنها . . وعلى أية حال فحين يتكلم علماء الانثروبولوجيا والاجتماع عن ثقافة شعب من الشعوب فانهم يقصدون على العموم طرائق المعيشة وأنماط الحياة وقواعد العرف والنقايد والفنون السائدة في ذلك المجتمع والتي يكتسبها اعضاؤه ويلتزمون بها في سلوكهم وفي حياتهم . (١٩) انها بقول آخر بسيط تؤلف نسفاً أعلى من رتبة الاشياء المادية والاحداث الملموسة رغم احتوائها على اشياء مادية كالالات والادوات ، كما انه يمكن وصفها في آخر ونفسيرها في شكل مبادئ وقوانين خاصة بها . وكل هذا بغرى في نهاية الامر بمحاولة تتبع تطور الحضارة او ثقافة الجنس البشرى كله كوحدة متكاملة .

لو اخذنا بهذا النصور فاننا نستطيع ان ننظر الى الحضارة على انها نسق عام كلى يمكن التمييز فيه بين عدد من الاجزاء او الاقسام اوحثى المظاهر ، وان كان بعض العلماء من امثال ليزلى وايت يرون ان من الانسب الاكتفاء بالتمييز بين ثلاثة مظاهر رئيسية يطلق عليها مصطلحات « النسق التكنولوجى » و « النسق الاجتماعى » تم « النسق الابديولوجى » (٢٠) وسواء اكانت هذه تعتبر انساقا او مجرد مظاهر فالمهم هو انه يمكن التمييز بين ثلاثة مستويات او حتى ثلاث

( ١٩ ) الواقع ان فكرة تصور الثقافة او الحضارة على انها « تراكمية » وتكتسب عن طريق التعليم موجود لدى كل علماء الحضارة والاجتماع والانثروبولوجية . فمالم الاجتماع المشهور دو روبرتى de Roberty يذهب الى ان الثقافة هي حصيلة الفكر والعرف في المجالين النظرى والعملى على السواء ، ومن هنا فانها تعتبر خاصة من خواص الانسان دون غيره من الكائنات ، وهو قول يردده مالىنوفسكى في كثير من كتاباته . كذلك يذكر لنا هوبل Hoebel ان عامل السلوك المتعلم يعتبر ركنا هاما في تعريف الحضارة ، وان من الضروري ان نبعد كل ما هو غريزي وفطرى وكل صور السلوك الموروثة بيولوجيا من مفهوم الثقافة . ولذا كانت الثقافة او الحضارة في نظره هي حصيلة الابتكار الاجتماعى فقط ، وبذلك يمكن اعتبارها بمثابة التراث الاجتماعى الذى ينتقل من جيل لآخر عن طريق التعليم والتلقين . كذلك يذكر الاستاذان ماكيفر وبيج Page في مجال تعريفهما للكلمة بانها تستخدم للدلالة على كل ما صنعه اى شعب من الشعوب - او اوجده لنفسه - من مصنوعات يدوية ومحركات ونظم اجتماعية سائدة وادوات ومعدات واسلوب للتقليد ، وباختصار كل ما صنعه الانسان أينما وجد ، فهي بذلك تعنى مجمل التراث الاجتماعى للبشرية ( انظر كتابهما عن « المجتمع » الجزء الاول ترجمة الدكتور على احمد عيسى صفحة ١١٥ ) . واخيرا فان رويتر Reuter يعرفها بانها « تشمل الادوات والمعدات التي ظهرت وتطورت نتيجة لجهود الانسان المتصلة لاشباع حاجاته ، وما يرتبط بذلك من عواطف واتجاهات وميول معتقدة وكذلك الابنية المنظمة وما اليها من وسائل واساليب القبط التي تهدف الى اقرار النظام الاجتماعى وانتشار نماذج السلوك المقررة ، كما يدخل فيها ايضا النظريات الخاصة بتفسير الكون نفسيا وفلسفيا والتي تساعد على فهم الحياة وتسهيل المعيشة بشكل او بآخر » . ومع ان هذه كلها تعريفات واسعة فضفاضة الى حد كبير الا اننا نستطيع ان نرى ان العلماء يميزون في الحضارة بين ثلاث فئات او مستويات هي : المادى والاجتماعى والفلسفى كما يظهر على الخصوص من تعريف رويتر . وهذه نقطة سنعود اليها فيما بعد ، انظر في هذا كله الجزء الاول من كتابنا : البناء الاجتماعى - المفاهيمات ، صفحات ١٨٨ - ١٩٢ . كذلك انظر :-

Hoebel, E.A., The Nature of Culture, in Shapiro, H.L., (ed), Man and Society, O.U.P., N.Y. 1960, p. 198 ; Reuter, E.B. ; " Race and Culture " in Lee, A.M. (Ed.), Principles of Sociology, Barnes and Noble, 1961, p. 123.

White, Leslie ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, ( ٢٠ ) Farrar, Strans and Cudaly ; N.Y. 1949, p. 464.

« طبقات افنية » هي : المستوى التكنولوجى الذى يعتبر قاعدة وأساسا للثقافة او الحضارة ، والمستوى الايديولوجى او الفاسفى الذى يؤلف القمة ، وبين هذين المستويين يأتى المستوى الاجتماعى . وهذه المستويات او الاوضاع تعبر فى حقيقة الامر عن الادوار الثلاثة التى يمكن التمييز بينها فى عملية الحضارة . فالنسق التكنولوجى هو الاساس الاول الذى يقوم عليه البناء الحضارى كله فى أى مجتمع وفى أى عصر . فهو العامل المحدد للحياة الاجتماعية او النسق الاجتماعى ككل ، بمعنى انه يؤثر تأثيرا بالغا فى تشكيل النظم والعلاقات الاجتماعية التى تسود فى المجتمع ، بينما تعتبر الانساق الاجتماعية ( وظائف ) للتكنولوجيات المختلفة . اما الفلسفات فانها تعبر بدورها عن القوى التكنولوجية مثلما تعكس الانساق الاجتماعية وذلك فى الوقت الذى يعم فيه التكنولوجيا والمجتمع بتحديد محتوى الفلسفة واتجاهها . وهذا لانفى بطبيعة الحال ان الانساق الاجتماعية تدخل فى عمل التكنولوجيا ، او ان الانساق التكنولوجية والاجتماعية تتأثر بالفلسفات . ولكن هناك فرقا كبيرا بين « التأثر » و « المحدد »

وعلى أى حال فان هذه الانساق الثلاثة الرئيسية التى تؤلف الحضارة تتفاعل فيما بينها ويؤثر بعضها فى بعض ، ولكن على الرغم من أنها كلها تعتبر من خصائص الحضارة الانسانية فان الفئة الاولى منها تتصل اتصالا مباشرا بنفس الوجود الفيزيقي للجنس البشرى ، بينما تظهر الفئتان الاخرتان بالتدرج نتيجة لتقدم الانسان فى سلم الحضارة ، وبذلك فهى دليل ومقياس على تقدمه وتطوره ونموه ، كما انه يمكن فهمها بالاشارة الى النسق التكنولوجى الاولى . وعلى مايقول **ليزلى وايت** : ان التكنولوجيا هى المتغير المستقل ، بينما النسق الاجتماعى يتحدد الى درجة كبيرة عن طريق الانساق التكنولوجية ، بحيث انه اذا تغيرت هذه الانساق تغير النسق الاجتماعى بالضرورة . (٢١) ان المثال الذى يضر به عالم الانثربولوجيا الاركيولوجية البريطانى ( استرالى ) الاستاذ جوردون تشايلد E. Gordon Childe فى كتابه الشهير « الانسان يصنع نفسه » الذى يعتبر من افضل المقدمات التى كتبت عن تاريخ الانسان المبكر يوضح ما نريد ان نقول : « ان تقسيمات علماء الآثار لعصر ما قبل التاريخ الى العصر الحجري والعصر البرونزى والعصر الحديدي ليست تقسيمات تعسفية تماما ، وانما هى تركز على المواد التى كانت تستخدم فى صنع الأدوات والآلات التى تستخدم فى القطع وبخاصة الفؤوس ، وتعتبر تلك الآلات من أهم أدوات الانتاج . ويؤكد التاريخ الذى يعترف بالواقع والحقيقة اهمية هذه الآلات فى تشكيل وتحديد الانساق الاجتماعية والتنظيم الاقتصادى . وزيادة على ذلك فان الفأس الحجرية - وهى الاداة التى تميز العصر الحجري الى حد ما على الاقل هى الآلة البسيطة التى يمكن ان يقوم بصنعها واستعمالها أى جماعة من الجماعات التى تشتغل بالصيد او الزراعة وتستطيع ان تكفى نفسها ، فهى لا تشير ضمنا الى وجود أى نوع من التخصص بالعمل او التجارة خارج حدود تلك الجماعة . اما الفأس البرونزية فهى ليست مجرد آلة افضل من الفأس الحجرية وتحل محلها ، وانما هى ايضا تفترض وجود بناء اقتصادى واجتماعى اكثر تعقدا . ذلك ان صب البرونز عملية أصعب بكثير من ان يستطيع أى شخص ان يقوم بها فى الفترات التى تفصل بين نشاطه فى الزراعة او الصيد او الاهتمام بالاطفال . انها عمل يحتاج الى وجود متخصصين ، وهؤلاء المتخصصون لابد ان

يعتمدوا في توفير مطالبهم واحتياجاتهم الأولية كالطعام على فائض انساج غيرهم من المتخصصين ... (٢٢) وهذا نفسه يصدق على النسق الايديولوجى الذى يعبر فيه الانسان عن تجربته الانسانية ، ولكن تجربته ومسيرها تتحددان ايضا بالتكنولوجيات كما ذكرنا . فالتكنولوجيا المتعلقة بحياة الرعى والزراعة او الصناعة او الحرب سوف يجد بالضرورة تعبيرا فلسفيا ملائما لها . فاحدى التكنولوجيات تجعلها تعبيرا فى الطوطمية - كما يقول ليزلى وايت ، بينما نجد تكنولوجيا اخرى تعبيرا عن نفسها فى التنجيم وهكذا . (٢٣)

كل هذا يدفعنا الى ان نعتبر التكنولوجيات هى المفاح الاساسى لفهم نمو وتطور الحضارة . وهو موقف سبق ان عبر عنه اصدق تعبیر عالم الانثربولوجيا الامريكى **لويس مورجان** Lewis Morgan فى القرن الماضى فى كتابه القيم « المجتمع القديم The Ancient Society » وهو الكتاب المسئول مسئولية مباشرة عن موقف علماء الانثربولوجيا التطوريين المحدثين ، ومحاولتهم تفسير التطور الحضارى بالرجوع الى تحكم الانسان فى الطاقة (٢٤) وفى نظرتهم الى التكنولوجيا على انها هى الوسيلة الاولى لظهور الانساق المادية ومن بعدها الانساق الاجتماعية والايديولوجية والمميز بينها . ولما كانت الانساق المادية ذاتها ، مثل الجنس البشرى ( من حيث هو متميز عن الكائن البشرى الذى يعتبر جسما وليس نسفا ماديا ) . او الكون ( من حيث هو متميز عن الارض مثلا التى تعتبر جسما ماديا وليس نسقا ماديا ) انساقا ديناميكية وليست مجرد انساق استقرارية اوستاتيكية . فان ذلك يعنى ان الطاقة تدخل فى تكوينها بالضرورة الى جانب المادة . وهذا يذكرنا بما سبق ان قلناه من انه يمكن وصف جميع الاشياء والموجودات ( الكون والانسان والحضارة ) فى حدود والفاظ المادة والطاقة معا ، وان الحياة عملية بناء ، كما انها صراع دائم من اجل الطاقة الحرة Free Energy ، بينما التطور البيولوجى ليس الا حركة ومزيدا من التنظيم ومن التفاضل فى البناء والتركيب والتخصص الوظيفي ، ونحقيقا لمستويات أعلى من التكامل ومزيدا من تركيز الطاقة . (٢٥)

ولو نظرنا الى المسألة من وجهة النظر الحيوانية البحتة فسوف نجد ان الحضارة ليست وسيلة لاستمرار عملية حياة جنس معين هو الجنس البشرى . فهى أداة ووسيلة لتزويده بالطعام والمسكن ، والمأوى واساليب الدفاع والهجوم والتنظيم الاجتماعى والتكيف للكون والترفيه وما الى ذلك . الا ان اشباع هذه الحاجات كلها يتطلب وجود طاقة ، ومن هنا فان

( ٢٢ ) Childe, Gordon, Man Makes Himself (1936), 4th ed. The Fontana Library, Collins, London 1965, p.8.

White, The Science of Culture ; Loc. Cit. ( ٢٣ )

( ٢٤ ) انظر فى ذلك دراستنا عن « لويس مورجان والمجتمع القديم » - مجلة تراث الانسانية العدد الاول عام ١٩٧١ .

( ٢٥ ) راجع على العموم كتاب « آسيموف عن « الطاقة والحياة » وكذلك مقالا عن « الظاهرة التكنولوجية » مجلة عالم الفكر . المجلد الثالث العدد الثاني عام ١٩٧٢ . انظر ايضا كتاب ليزلى وايت عن علم الثقافة الذى سبقت الاشارة اليه ، صفحة ٣٦٧ .

أول وظيفة للحضارة أو الثقافة هي في رأى الكثيرين - السيطرة على الطاقة والتحكم فيها واستخدامها ، بينما الانساق الاجتماعية والفلسفية تعتبر مجرد ملاحق للعملية التكنولوجية وتعبيراً عنها . وعلى ذلك يمكن القول أن عمل الثقافة ككل يتوقف تماماً على مقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها وبطريقة استخدام تلك الطاقة . بيد أن استخدام الطاقة يتطلب شيئاً آخر إلى جانبها ، لأن الطاقة في حد ذاتها لا تعنى شيئاً ولكنها تلعب دوراً معيناً في النسق الثقافي ولا بد من السيطرة عليها وتوجيهها . وهذا لن يتم إلا عن طريق الأساليب والوسائل التكنولوجية والآلات والأدوات . وتتوقف قدرة وكفاءة تلك الآلات والأدوات ، وبذلك فإن مقدرتها وفعاليتها في استخدام قدر معين من الطاقة تنعكس في مقدار ما تنتج من طعام أو ملابس أو سلع أخرى . وقد يمكن صياغة القانون الأساسي للتطور الثقافي أو الحضارى على النحو التالي : « لو افترضنا ثبات العوامل الأخرى فإن الثقافة تتطور وترقى تبعاً لمقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة أو تبعاً لزيادة كفاءة الوسائل الآلية التي يمكن بها تشغيل الطاقة » . وليس ثمة ما يمنع بطبيعة الحال من ازدياد كلا العاملين في الوقت ذاته . وفي ضوء هذا القانون يمكن النظر في تاريخ التطور الحضارى أو الثقافي من تلك الزاوية .



ولو سلمنا بأن الحضارة هي أسلوب للتحكم في الطاقة ، فلا بد لها من أن تعثر على تلك الطاقة في مكان ما أولاً حتى يمكن لها أن تتحكم فيها وتستخدمها . ويقول آخر ، لا بد من أن يعثر الإنسان على مصادر الطاقة الملائمة التي يستطيع استخدامها في عملياته الإنتاجية ، أي كانت هذه العمليات . وربما كان أول مصدر للطاقة استغله الإنسان بأساليبه الثقافية البدائية ومنذ فجر التاريخ هو طاقة الكائن العضوى الإنسانى نفسه Human Organism . فالثقافات الأولى أو الأصلية إنما نشأت وعملت بفضل الطاقة البشرية وحدها ، أو على الأقل ، كانت الطاقة البشرية هي الأساس الهام والعنصر الفعال في العمل . ولقد سبق أن ذكرنا أن مقدار القوة Power التي يمكن أن تولد عن الشخص البالغ العادى ضئيلة لا تزيد عن بـ Horsepower حصان ، بل أن متوسط مصادر القوة والقدرة في انساق الثقافات والحضارات المبكرة يقل عن هذا كثيراً جداً ولا يكاد يتعدى بـ قوة حصان للفرد ، إذا أخذنا في الاعتبار النساء والأطفال والمرضى والشيوخ والمعزة ومن اليهم .

**وعلى أية حال ، فإن تحقيق أى تقدم في الحضارة لا يمكن أن يعتمد على طاقة الإنسان وحدها . فمثل هذه الحضارة - أن وجدت - لن تستطيع أن تتطور وتنمو إلا إذا استعانت**

( ٢٦ ) White ; op. cit., pp 368-69 . وقد سبق أن ذكرنا ( الهامش رقم ١٤ ) أن ليزلى وايت يعبر عن دور الطاقة في التطور الثقافي بصيغة رياضية بسيطة هي الطاقة التكنولوجية → الإنتاج ، على أساس أنه يمكن التمييز في أي نسق حضارى أو ثقافى بين ثلاثة عوامل رئيسية هي ( أ ) مقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة ، ( ب ) كفاءة الأساليب التكنولوجية التي يتم بها التحكم في الطاقة وتشغيلها ثم ( ج ) مقدار أو كمية السلع والخدمات التي تشبع حاجة الإنسان والتي يتم إنتاجها . ولما كانت ( ج ) هنا تمثل درجة التطور في المجتمع فإن ليزلى وايت لم يلبث أن أعاد صياغة الصيغة الرياضية السابقة بحيث تصبح C → Ext بحيث تشير C هنا إلى الثقافة أو الحضارة Civilization .



بمصادر أخرى للطاقة . وصحيح انه يمكن تحقيق بعض النجاح عن طريق زيادة كفاءة الاساليب الفنية والتكنولوجية التى يمكن عن طريقها استغلال الطاقة البشرية وتشغيلها بدرجة أفضل من الكفاءة ، ولكن هناك حدودا لتقدم الحضارة بهذا الاسلوب أو على هذا الاساس . وقد يمكن أن ندرك مدى قصور مثل هذه الحضارات التى لا تعتمد على غير الطاقة البشرية مع الاستعانة ببعض الاساليب الفنية البسيطة الساذجة اذا نحن نظرنا الى حضارة الشعوب المتأخرة - او البدائية . كما يسميها بعض الانثربولوجيين - التى توجد فى الوقت الحالى ، او الى ثقافة أوروبا مثلا فى العصر الحجري القديم ( أو العصر الباليوليثى Palaeolithic ) .

فى ذلك العصر القديم كان الانسان بطبيعة الحال مضطرا الى الاستعانة بكل ما يصادفه من اجسام صلبة مثل قطع الخشب أو الحجارة ، ثم لم يلبث أن بدأ يستخدم قطع الصخر ذات الحافات الحادة المرهفة القاطعة فى تشذيب الخشب مثلا ، ليحصل منها عصا صالحة للاستعمال ، أى انه أخذ تدريجيا يقدر شكل العصا ذاته ويدرك بوضوح فوائد صنعها بشكل معين بالذات . أى أن عملية اكتساب « الانسان المبكر » للثقافة جاءت تدريجيا وببطء شديد وليس عن طريق الوثبة أو الطفرة ، كما ان الاشياء ذاتها أخذت تكتسب بالتدريج معنى أعمق بالنسبة للأشخاص الذين كانوا يستخدمونها . « وهذا المعنى هو الذى يعطى الادوات نمطها الخاص ويساعد بالتالى على ظهور شىء محدد يمكن ان يعزى الى جماعة معينة بالذات » صحيح ان القردة العليا قد « تشذب الاغصان مثلا بانتزاع الفروع الصغيرة منها ... وتقضم أطراف العصي لتجعلها مدببة ، ولكنها لم تكن تفعل ذلك أبدا الا حين تجابهها مشكلة من المشكلات وليس لكى تلائم نمطا موجودا لديها من قبل (٢٧) المهم هو ان الانسان المبكر كان يستخدم الى جانب قوته العضلية أى طاقته البشرية - الاخشاب وقرون الوعول والعظام والاحجار المدببة الحادة والاشواك والاصداف وما الى ذلك . . وقد ظلت الثقافة - أى اساليب وأنماط استخدام الاشياء - على درجة كبيرة من البساطة والفجاجة لفترات طويلة جدا قبل ان يتمكن الانسان من صنع الآلات والادوات المعقدة التى تختلف فى شكلها عن الاشياء والاجسام الطبيعية اختلافا كبيرا ، ولا يزال كثر من الشعوب « البدائية » الحالية تستخدم الى جانب أدواتها وآلاتها المصنوعة كثيرا من الاجسام الحادة التى يتخذونها من الطبيعة مباشرة حين يحتاج الامر الى ذلك ، كأن يستخدموا الاصداف البحرية مثلا فى قص الشعر .

وعلى العموم ، فان بدايات الحضارة بدائيات غامضة الى حد كبير جدا ، ولكن من المؤكد انها استغرقت فترة طويلة من الزمن . وربما كانت أولى الادوات هى الهراوات المتخذة من العظام والتى كان يستخدمها الانسان القرد فى جنوب افريقيا ( انسان جنوب افريقيا القرد Australopithecus ) . والاعلم - كما تدل على ذلك البقايا الحفرية التى تم العثور عليها - أن هذه الهراوات كانت عبارة عن الاجزاء السفلى من عظم العضد ( أى الكوع والجزء العلوى من الذراع ) عند بعض الحيوانات المجتررة الضخمة التى كانت تعيش حينذاك مثل الجنو الازرق Wildebeest . ولو صح ان الانسان الفرد كان فى ذلك الزمن السحيق يبحث فعلا وعمدا عن ذلك الجزء بالذات من العظام فى جثة ذلك الحيوان الضخم فيقتطع منه قطعة معينة لاستخدامها فى

( ٢٧ ) انظر ترجمتنا لكتاب وليام هاولز : « ماوراء التاريخ » ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ٩٤ .

قتل القردة التي كان يتفدى على لحمها فلن يكون نعمة مفر من أن نعرف بأن الإنسان القرد كانت له حضارة ، مهما كانت هذه الحضارة بسيطة وساذجة . يضاف الى ذلك أن نمة شواهد أخرى تدل على أن الأدوات الحجرية تماثل في القدم الإنسان القرد ذاته أو بعض فصائله . ويرجع أقدم هذه الأدوات الى بداية البلايستوسين Pleistocene أيضا . وكانت حينذاك عبارة عن آلات حادة بسيطة الى أبعد حدود البساطة تصنع من الحصى الكروية بعد كسرها للحصول على حد مرهف . وقد وجدت هذه الآلات في شمال افريقيا وشرقها وجنوبها . ثم جاء بعد ذلك نوع آخر من الآلات والأدوات في أوروبا وفي كل أنحاء افريقيا وهي « فأس اليد الأيغولية » التي يحتمل أنها كانت تستخدم باليدين معا لنقلها في اقتلاع الجذور والخضروات البرية وكسر أغصان الفواكه الصلبة مثل غلاف جوز الهند ، أي أنها كانت تقوم بالمهمة التي تعجز عنها أسنان الإنسان القرد . كذلك كان الإنسان القرد يعتمد على الشظيات والشطافات الحجرية الفجة المصنوعة من الصوان في التقطيع والتقشير والحك وما إليها . ثم دخل على شكل فأس اليد في أوروبا وافريقيا كثير من التحسينات بالتدريج ، وذلك فيما يعرف باسم **الصناعة الأشولية** Acheulean ، فأصبحت أخف وزنا وأكثر تهذيبا واستواء وتكشف عن درجة عالية نسبيا من الدقة والاتقان في الصنعة ، كما أصبحت أطرافها أكثر استقامة وحدة نتيجة لاستخدام مطارق من العظام ، أو الخشب في صنعها وتشكيلها ، وهكذا . وخلال هذه الفترة التي تزيد على نصف مليون سنة كانت الآلات الحجرية تفقد الكثير من خشونتها وقجاعتها الأولى وتتخذ أشكالا محددة وأكثر استواء وأقل وزنا وحجما وأكثر فعالية . وعلى هذا ، ومهما يكن من أمر ذلك التطور الطويل التدريجي البطيء فإنه يمكن القول أن الحضارة لم تبعد الإنسان في بداية الأمر عن الطبيعة كثيرا . ولكنه مع ذلك عرف النار على ما يبدو واستخدمها في طهو اللحم وانصاجه ، وهذه بغير شك خطوة هامة على طريق التطور الحضاري (٢٨) .



ولقد يكون من الصعب علينا أن نتصور بشكل واضح نوع حياة القنص التي كانت تحياها الشعوب البسيطة المبكرة في العصر الحجري القديم الأدنى عن طريق دراسة أدواتهم التافهة . ولكننا نعرف الشيء غير القليل عن **أقوام العصر الحجري القديم الأوسط والأعلى ، أو ما يعرف عموما بالعصر الحجري المتأخر** فتلك الشعوب لم تندثر تماما في حقيقة الأمر ، إذ تمثلهم في الوقت

( ٢٨ ) يقول وليام هاولز في ذلك : ان اقتصاد الإنسان الأول لم يكن يختلف في الحقيقة عن اقتصاد القردة العليا ، فقد كان يجمع ما تقدمه الطبيعة ويقتات به ، وكان يتفق في ذلك كل وقته . ومن الجائز أنه كان ( يجمع ) اللحم أيضا - على الأقل حتى مرحلة الإنسان القرد - وليس النباتات فقط . ولكننا نستطيع أن تكون فكرة صحيحة بعض الشيء عن طعامه في المرحلة المتقدمة قليلا في بعض الأماكن مثل كهوف بكن حيث وجدت عظام الحيوانات جنباً الى جنب مع بذور الفواكه ، كما وجد شيء أكثر أهمية من ذلك وهو الفحم الخشبي ، مما يدلنا على أن إنسان بكن كان في تلك الفترة الدافئة الثانية يستخدم النار بالفعل . والطبخ هو عامل هام مساعد للهضم . . . ومن المحتمل أن هؤلاء البشر لم يكونوا يستخدمون الكهوف كماوى وملجأ الأمضى - كما كان يفعل الإنسان القرد . ولسنا نعرف ما إذا كانوا قد عرفوا الملابس ، ولكن يحمل أن الحياة لم تصل الى تلك الدرجة من الشكلية إلا بعد ذلك بكثير عند شعوب العصر المoustéri لأنهم كانوا يعيشون قرب التلاجيات ولأن أدواتهم توحى بأنهم كانوا يعرفون الصناعات الجليدية . . . - المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٠٨ - ١٠٩ .

الحالى الجماعات والقبائل « الهمجية » أو « البدائية » أو « المتوحشة » على ما تشير اليهم الكتابات الانثربولوجية فى العاده ، كما ان اساليبهم فى القنص كانت أكثر « حداثة » وتطورا . وكانوا يعتمدون فى معاشهم على اللحم فى المحل الأول وبخاصة فى أوروبا وأمريكا الشمالية ، ولذا تعرف شعوب تلك الحقبه باسم « الصيادين المتقدمين » وقد امتدت تلك الفترة ما بين حوالى عام ٣٠٠٠ ق.م و ٦٠٠٠ ق.م على الأقل فى معظم الشرق الاوسط - حين بدأت الزراعة بعد تراجع مرحلة القنص الحالى . ولقد خضعت صناعة الآلات الحجرية فى ذلك الطور الى كثير من التغير ، ودخلت عليها عناصر كثيرة من التطور والتقدم والتجديدات والصيغ والاشكال ، بعد ان كانت كلها فى العصر الحجرى القديم الأدنى لها نمط واحد الى حد كبير . ولقد برع الانسان فى صنع النصال blades المدببة أو ذات الحدين المرففين للغاية من احجار الصوان عن طريق « التشطيف » أى فصل الشطافات من قطعة صوان كبيرة تعتبر بمثابة اللب أو النواة core ، وذلك عن طريق الضبط عليها بأداة صغيرة من العظم . وقد كانت هذه الشطافات تستخدم بعد ذلك فى صنع كل انواع الآلات الحادة كالمكاشط ورؤوس الحراش والمسنونات والمدى وغيرها من الآلات التى كان الانسان يستخدمها فى الصيد والقنص أو القطع أو الحك والفشط والتفشير وسلخ الحيوانات وما الى ذلك ، وهى كلها آلات تكشف عن درجة معينة من المهارة رغم ما بها من سداجة وبساطة . ولم يكتف قانصو الحيوانات فى العصر الحجرى القديم الأعلى بالاعتماد على الحجارة فى صنع ما يحتاجونه اليه من آلات وادوات بل استخدموا أيضا العظام والعاج والقرون فى صنع كثير من الآلات والادوات الصغيرة الدقيقة . وبعض هذه الصناعات لا تزال تجد لها بقايا عند الاسكيمو الذين سبقت الإشارة اليهم ، وبخاصة « الهاربون » أو حريصة صيد البحر التى كانت تزود بصف من الخطاطيف على طول أحد جانبيها أو كلا الجانبين . وهذه كلها أسهمت اسهاما كبيرا فى الارتفاع بمستوى الانتاج عن طريق توفير قدر اكبر من الطاقة . فقد كانت هذه الآلات تعتبر عاملا مساعدا للطاقة البشرية التى كان الانسان يبدلها . وفى أواخر العصر الحجرى القديم أمكن للانسان ان يخترع وسائل جديدة فى القنص مثل القسى والسهام ، او على الأقل استخدمها بكثرة فائقة ، وساعد ذلك الناس على موازنة طعامهم والاعتماد على كثير من الاطعمة والمأكولات التى كان أسلافهم يأنفون منها مثل الطيور والحيوانات الصغيرة ، كما استعانوا بالكلاب التى يمكن اعتبارها نوعا من « الاكتشاف » من هذه الناحية . وكما يقول هاوولز فى ذلك : « لسنا نعرف اصل الكلب على وجه الدقة ، بل اننا لا نعرف ما اذا كان الانسان هو الذى اكتشف الكلب ، او اذا كانت الكلاب هى التى اكتشفت الناس - اعنى أن الانبين بدءا الصداقة أولا . والكلاب مخلوقات أنيسة لطيفة ، والاغلب انها كانت تحوم حول مخيمات الانسان فى انتظار فضلات طعامه . وقد قبلها الانسان على هذا الوضع ، ثم سمح لها بعد ذلك بأن تصاحبه وتلازمه حتى ظهر نفعها وفائدتها فى الصيد ، وذلك قبل ان يستأنسها ثم يقوم على تربيتها بوقت طويل . والواقع ان الكلاب وصلت الى ذلك المركز بالفعل فى بعض الثقافات المحدثه التى تقوم على قنص الحيوان (٢٩) .

الا أن العائد القليل الذي كان يعود على الناس من عملية قنص الحيوان دفعهم الى صيد السمك من البحر لاستكمال غذائهم . وكانت البحار تستخدم في الطعام منذ عهد بعيد . وقد عرفت الشعوب المبكرة منذ العصر الحجري الوسيط ( الميزوليثي ) صيد السمك بالصنابير أو الهاربون ( في حالة الاسماك الضخمة ) علاوة على استخدام الشباك . كذلك استكملت الشعوب الميزوليثية طعامها عن طريق « الجمع » ، أى جمع الثمار والفواكه البرية والجوز . وكل هذه أنواع من النشاط الاقتصادي تحتاج الى قدر كبير من المهارة وسعة الحيلة والدهاء والقدرة على مغالبة الظروف القاسية التى سادت في أواخر العصر الجليدى بعد أن كانت القوى العضلية والعنف هى الوسيلة السائدة قبل ذلك ، وبعد أن كان الانسان يعتمد اعتمادا كبيرا على طاقته الجسمية .

• • •

( ٤ )

لكى تتقدم الحضارة الى ما وراء الحدود التى تفرضها عليها مصادر الطاقة الكامنة في الجسم البشرى وحده مع الاستعانة ببعض الأدوات البدائية الفجة كان لا بد للانسان من ان يبحث عن وسائل واساليب اخرى يستطيع بها ان يكتشف بعض المصادر الطبيعية الاخرى التى تكمن فيها مقادير اخرى اضافية من الطاقة ، وان يتحكم في تلك الطاقة ويسخرها لصالحه . وقد استطاع الانسان خلال تجاربه الطويلة عبر العصور ان يتعرف على ثلاثة مصادر طبيعية للطاقة هى النار والرياح والماء ، وان يستخدمها في حياته اليومية لاشباع حاجاته البسيطة المحدودة في اول الامر على الاقل . ومن المحتمل جدا ان النار التى تعتبر من المصادر الهامة للطاقة الخارجية اكتشفت منذ ما يزيد على مائة الف سنة على ايدى كائنات تشبه الانسان ( اشباه البشر ) ، وقد انقرضت هذه الكائنات منذ ذلك الحين ، ولكن المهم هو ان اكتشاف النار كمصدر للطاقة كان أقدم من ظهور الانسان الحديث وان كان استخدام النار في تلك العصور السحيقة كمصدر للطاقة محدودا بطبيعة الحال . والواقع ان كل ما يقال عن اكتشاف النار واستخدامها كمصدر للطاقة في العصور المبكرة من تاريخ الجنس البشرى هو محض افتراضات وتخمينات ، وان كان يبدو ان أشباه البشر شاهدوا من آثار النار المدمرة حين كانت تنشب بفعل العوامل الطبيعية كالصواعق أو البرق ، ثم عمل الانسان بعد ذلك على ( استئناسها ) حين أدرك فائدتها في الدفء وفي تخويف الحيوانات المتوحشة وإبعادها ، وأخيرا بعد اكتشاف أهميتها في الطهو . وليس من شك في ان من أكبر المشاكل التى واجهت الانسان القديم هى ايجاد طريقة لاشعال النار عمدا عن طريق صنع شرارة ، ولذا يعتبر اكتشاف صنع الشرارة من طرق قطعيتين من الصخر من نوع معين كالصوان مثلا خطوه جبارة في طريق التقدم . ولقد كانت النار في بداية الامر تظل مشتعلة طيلة الوقت وذلك قبل أن يتمكن الانسان من اختراع وسيلة لاشعالها حين يريد ذلك . ويعتبر ذلك أحد الاسباب الرئيسية في أن كثيرا من الشعوب القديمة كانت تنظر الى النار على أنها شيء مقدس ، ولذا يجب ان تظل

مشتعلة بشكل مستمر ، ومن هنا ساد الاعتقاد لدى كثير من الشعوب والاقوام بضرورة « اطعام اللهب المقدس » . وبمرور الزمن زادت أهمية النار في الحضارات الأكثر تقدما فاستخدمت في صنع الفخار وتطويع المعادن ، كما ان كثيرا من الشعوب « البدائية » كانت تستخدمها بكفاءة في تجويف جذوع الاشجار الضخمة لصنع القوارب وبذلك كانت تحل محل القوى العضلية البشرية . ولكن مع هذا كله فانه يمكن القول ان النار لم تصبح مصدرا فعالا للطاقة الا بعد اكتشاف البخار ، او على الاصح اختراع الآلات والقاطرات البخارية في العصور الحديثة ، بينما كان استخدامها كصورة ومصدر للطاقة في الحضارات والانساب الثقافية السابقة محدودا للغاية (٢١) . وعلى اي حال فالنار - كما يقول آسيموف - « مصدر مركز للطاقة وباستخدامها يصبح مقدار الطاقة التي تحت امرة الفرد الواحد من بنى الانسان اكبر كثيرا مما يحتويه جسمه بحيث يمكن اعتباره لانهايا - تقديريا . وذلك هو السبب في أن ( اكتشاف النار ) يكون بلا شك اعظم ماثرة للانسان القرد . فهي وحدها التي خلصته من عبوديته لمورد الطاقة المحدود في جسمه ، مضافا اليه طاقة الحيوانات التي استأنسها (٢٢) .

**وتعتبر النار من أهم الأشياء التي ينفرد بها الانسان ، مهما بلغت درجة تخلفه من دون الكائنات الاخرى ، فهي ظاهرة انسانية ، ان صحت هذه التسمية .** ولسنا نعرف قبيلة من القبائل البدائية لم تعرف النار . ولما اساطير كثيرة لدى معظم الشعوب القديمة والبدائية . فهناك على سبيل المثال اسطورة بروميثوس الذي أنزل النار من السماء الى الارض لكي ينقذ بها الجنس البشرى من الفقر والفاقة ، كما ان الحضارات القديمة ومنها الحضارة المصرية عرفت عبادة الشمس في فترة من تاريخها ، وكان الزرادشتيون في فارس يعبدون النار ولا تزال بقايا هذه الديانة قائمة لدى البارسيين في الهند (٢٣) . بل ان النار في صورتها غير الشمسية كانت منذ أقدم التاريخ مصدرا للضوء والحرارة والدفع ، وقد ساعد ذلك الانسان على اكتشاف وارتياح مناطق بعيدة عن الدفع والاقامة في الاصقاع الباردة الجليدية . أى انه يمكن القول ان اكتشاف النار كان من عوامل انتشار الجنس البشرى وعمران الارض ، فضلا عن أنه أدى دورا هاما في تغيير العادات الفلدائية لدى البشر ، وبذلك وسع الانسان من مجال مصادر ومواد غذائه ، وادخل عناصر يصعب التغذي عليها بغير طهو صورتها الطبيعية . ولقد توصل الانسان خلال المائة ألف سنة الماضية الى اكتشاف

White, L.A. ; Science of Culture, op. cit, Op. 370.

( ٢١ )

( ٢٢ ) آسيموف ، ايزال ، « الطاقة والحياة » المرجع السابق ذكره ، الترجمة العربية صفحة ١٧ .

( ٢٣ ) يمكن للقارئ ان يرجع الى كتاب سير جيمس فريزر Sir James Frazer « الفصن الذهبي The Golden Bough » حيث يجد مزيدا من الامثلة عن الدور الذي لعبته النار في حياة مختلف الشعوب والجماعات خلال مراحل التاريخ المختلفة وعلى كل مستويات التقدم الحضارى . وللكتاب طبعة موجزة اشرف عليها فريزر نفسه ، ولهذا الطبعة الموجزة ترجمة عربية ظهر الجزء الاول منها عام ١٩٧١ باشراف كاتب هذه الدراسة ( الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٧١ ) .

طرق جديدة لاشعال النار والى أنواع جديدة من الوقود ساعدت على تغيير اسلوب الحياة . وكان الخشب أول نوع منها ، ثم ظهر الفحم في القرن السابع عشر ، وأخيرا البترول في القرن الحالى . كل هذا دفع كاتبنا مثل آسيموف الذى سبق الاستشهاد بكتاباتة الى القول انه من بين جميع الاحرازات فى تقدم التكنولوجيا فى تاريخ الانسان احتل اكتشاف النار أولا ثم اختراع الآلة البخارية ثانياً المركز الأول فى وفرة الآثار والنتائج . فالاكتشاف الأول جعل طاقة الاحتراق ميسورة للانسان ، اما الثانى فقد اخضعها للاستخدام كمحرك أولى (٢٤) .



**ويبدو ان استخدام النار كان أسبق على استخدام الطاقة الكامنة فى الماء والرياح . ومع ان** الانسان كان يدرك من خبرته اليومية قوة الرياح وما تستطيع ان تلحقه من خسارة وتدمير وتلف فلم يستطع فى بداية الامر على الأقل ان يدرك القوة الحقيقية الكامنة فيها وان يسخر تلك القوة لصالحه ، ولذا مرت قرون طويلة قبل ان يعرف كيف يستخدمها فى تسيير القوارب والسفن وتشغيل الآلات . وليس من شك فى أن أفضل مظهر لاستخدام طاقة الرياح هى العجلات والطواحين الهوائية بأشكالها المختلفة ، والتي خضعت هى ذاتها لكثير من التطوير والتحسين والتجديد والتعديل . ومع ذلك فان معظم استخدام طاقة الرياح والهواء فى ذلك المجال يرجع الى عصور تاريخية وحديثة ، كما ان الرياح لا تعتبر حتى الآن من المصادر المهمة للقوى الا فى حدود ضيقة .

**وربما كان استخدام الماء كمصدر للقوى أهم بكثير فى تاريخ الحضارة من استخدام الرياح .** والاغلب ان الانسان أدرك من خبرته ومشاهدته للمياه الجارية التى تجرف أمامها العوائق ، كما تحمل جلدوع الاشجار الضخمة التى تسقط فى مجراها كيف يستطيع ان يستخدمها فى نقل الاجسام الثقيلة عن طريق تحميلها فوق ألواح مسطحة من الخشب ، ثم لم يلبث بمرور الزمن ان استخدم الماء فى ادارة وتشغيل الطواحين والعجلات كوسيلة لتوفير طاقته الفيزيكية . بيد ان الأهمية الحقيقية للماء لم تظهر الا حين ارتبطت فكرة استخدام طاقة الماء مع طاقة النار للحصول على البخار الذى يعتبر اكتشافه انقلاباً خطيراً فى تاريخ الحضارة الانسانية ، وفتح فصلاً جديداً فى كتاب الحضارة . فتشغيل الآلات بفعل قوة البخار المتصاعد من الماء الساخن ، وآلات الاحتراق الداخلى كلها فتحت أمام الانسان آفاقاً واسعة رغبة من التقدم والرقى ، وزاد من ذلك اكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعى الهائلة التى أتاحت الفرصة لتحقيق زيادة ضخمة فى مقادير الطاقة المتاحة لبناء الحضارة . ولقد ظل الاعتماد على البخار والآلات والقاطرات البخارية سائداً الى ان ظهرت الكهرباء ، ولكن يمكن على العموم ان نقارن نتائج ما يعرف باسم « **نورة الوقود Fuel Revolution** » بنتائج الثورة الزراعية من الناحية الاجتماعية البحتة . فقد

( ٢٤ ) آسيموف ، المرجع السابق ذكره الترجمة العربية صفحة ٣٣ . راجع ايضا Richards. loc. cit.

ترتب على كل منهما زيادة كبيرة في حجم السكان وحجم الوحدات السياسية ، وحجم المدن وتراكم الثروات ، والنمو السريع في الفنون والعلوم ، وبالاختصار ترتب على كل منهما تقدم سريع وهائل في الثقافة أو الحضارة (٣٥) .

• • •

(٥)

ومهما يكن من اثر استخدام الرياح والماء كمصدر للطاقة فان استخدامهما كان - كما ذكرنا - في حدود ضيقة جدا وبخاصة في الفترات المبكرة من تاريخ الحضارة . . ومع ذلك فقد كانت هناك مصادر أخرى للطاقة متاحة حتى للشعوب التي نصفها في العادة بأنها ( بدائية ) أمكن لهم تسخيرها بحلق وبراعة، ونعني بذلك طاقة الحيوان والنبات .

ومن الصعب ان نحدد بدقة بداية استئناس الحيوان ، وربما كان ذلك قد تم بطريقة عرضية بحثة في بعض مراحل ما قبل التاريخ « حينما حامت أنواع معينة من الحيوان متخفية حول النار لالتقاط الفضلات ، ثم روضت تلك الحيوانات من أجل التسلية والصحة بدافع من المودة التي لا تزال تربط بين الاولاد الصغار ، وبين السلاحف والخنافس والاشياء الأخرى » (٣٦) ولكن ذلك لم يلبث ان تحول الى عملية استئناس متعمدة للاستفادة من الحيوانات في أداء ( الشغل ) الذي يتطلب بذل طاقات اضافية فوق طاقة البشر . وذلك طبعا بالإضافة الى الاستفادة من لحوم تلك الحيوانات ولبنها وجلودها وعظامها وغير ذلك . وكانت الحيوانات الأولى المبكرة بوجه خاص تفوق الانسان في الحجم وفي معدل بذل الطاقة . ومنذ عصور ما قبل التاريخ استعان الانسان بالحمير والثيران التي كانت « تمثل زيادة في مورد الطاقة المستفاد بها تتراوح بين ضعفين وسبعة أضعاف

( ٣٥ ) الواقع ان استخدام قوى الماء لأغراض الري ، واستغلال الاختلافات الطبيعية بين مستويات الأرض كان أمرا معروفا منذ العصور القديمة . فقد ظهرت العجلات الأفقية مثلا حوالي القرن الأول قبل الميلاد وكانت قوتها تقدر بحوالي ٣ كيلو وات . وحوالي القرن الرابع تم اكتشاف واستخدام العجلات الرأسية التي وصلت قدرتها الى حوالي ٢ كيلو وات، وكانت هذه العجلات تستخدم في أول الامر في طحن الفلال وما الى ذلك من اعمال آليه . وفي القرن السادس عشر كانت العجلات التي تدار بقوة الماء ( أو السواقي ) أهم أداة تستخدم في التحريك بل انها أصبحت أساس التصنيع في أوروبا الغربية . وفي القرن السابع عشر كان ناتج القوة يصل الى مستويات عالية نسبيا بلغت في بعض الأحيان الى أكثر من خمسين كيلو وات . اما الطواحين الهوائية فالأغلب انها ظهرت لأول مرة في أوروبا في القرن الثامن عشر واستخدمت في طحن الفلال ورفع المياه والانتقال من المناجم وما الى ذلك . وتصل قدرة هذه الطواحين الهوائية أحيانا الى ١٢ كيلو وات، ولكن عيبها الأساسي هو اعتمادها تماما على الرياح . اما البخار فان استخدامه كمحرك يعتبر حديثا نسبيا اذا قورن بالطواحين المائية أو الهوائية ، وان كان هناك ما يدل على ان تجربة من هذا القبيل أجريت في الاسكندرية في القرن الأول الميلادي ، ومع ذلك فالواقع ان البخار لم يستخدم بكفاءة وفعالية الا منذ القرن السابع عشر كقوة محرك ، بل ان الثورة الصناعية المبكرة كانت تعتمد في أول الامر على الطواحين الهوائية والمائية كمحركات أولية . ولذا كانت مراكز التصنيع تنشأ وتقام حيث توجد تلك الطواحين ومصادر القوة ، ولم تصبح الآلة البخارية محركا أوليا الا منذ منتصف القرن التاسع عشر في أوروبا . انظر في ذلك :

Starr, Chauncey ; " Energy and Power ", Scientific American, Vol. 225, No. 3, Sept. 1971, pp. 37-38.

( ٣٦ ) آسيموف ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٣ .

الطاقة المتوافرة من عدد مماثل من الرجال ، بينما الخيل تضاعف مورد الطاقة المستفاد بها عشرة أضعاف » (٢٧) . ولكن على الرغم من أن استعمال الحيوانات يرفع معدلات الطاقة التي يمكن بذلها فإن ذلك يتم في حدود متواضعة نسبيا ، حتى لو أخذنا في الاعتبار استخدام الحيوانات الضخمة مثل الجمال والفيلة ، كما أن العناية بالحيوانات ذاتها تكلف الإنسان بدل قدر من طاقته ، الخاصة التي كان يمكن استخدامها في قضاء حاجاته المباشرة . . .

**بيد أن استئناس الحيوان أدى إلى زيادة مصادر الطاقة المستخدمة في بناء الحضارة من ناحية أخرى مختلفة تماما .** ذلك أن هذا النوع من النشاط يعني بالضرورة تحقيق زيادة محسوسة في إنتاج الطعام وغير ذلك من نتاج الحيوانات بالنسبة للجهد الذي يبذله الإنسان في عمله ، أعني الجهد المبذول في قنص الحيوان وتربيته . فعملية الاستئناس تختلف اختلافا جوهريا عن القنص والصيد . ففي حياة القنص يقوم الإنسان بقتل الحيوان واكل لحمة دون أن يستفيد منه في العمل أو في الحياة اليومية وذلك بعكس الحال بالنسبة لعملية استئناس الحيوان وتربيته ، إذ يعيش الإنسان هناك على القطيع دون أن يؤدي ذلك إلى نقصان حجم القطيع ، بل العادة أن حجم القطيع يزداد باستمرار أن لم تقم عوامل طارئة تؤدي إلى هلاكه . وزيادة حجم القطيع معناه بطبيعة الحال زيادة موارد الطاقة الكامنة في الحيوانات والتي يمكن استخدامها في ( الشغل ) وبالتالي إتاحة فرصة أكبر لتحقيق مستوى أعلى من الحضارة .

ولقد ساعد استئناس الحيوان بشكل مباشر على استئناس وتدجين النباتات البرية مما أدى إلى تحول شعوب واقوام العصر الحجري القديم والوسيط من حياة الجمع والالتقاط والقنص التي تعتمد على التحول إلى حياة الاستقرار ، وما ارتبط بالاستقرار من زيادة التحكم في المصادر النباتية الطبيعية ، ثم ممارسة الزراعة كأسلوب للعمل والحياة . وربما كان أهم النباتات التي تم استئناسها وتدجينها هي الحبوب التي يصفها تايلور Tylor بأنها « **المحرك الأعظم لقوى الحضارة** » ، على اعتبار أن كل الحضارات الكبرى القديمة ظهرت نتيجة لزراعة الحبوب . بل أننا لا نكاد نعرف حضارة واحدة ازدهرت بعيدا عن هذا النوع من الزراعة .

**ويرجع ظهور الزراعة إلى العصر الحجري الحديث أو العصر النيوليثي Neolithic** الذي يتميز بالفؤوس الحجرية المصقولة . وبتوصل الإنسان إلى « زراعة » الطعام و « تربيته » بدلا من مجرد الاكتفاء بجمعه أو قنصه . وكما يقول وليام هاولز : « لو تعين علينا أن نختار أعظم وأجل تغير واحد طرا على التاريخ البشرى كله حتى وقتنا الحاضر لكان هو استئناس الطعام وتدجينه . وأنا أعني هنا بالطبع التغير الناشئ عن التطور الثقافي باعتباره متميزا عن التغير البيولوجي » (٣٨) . ويمكن أرجاع بدء ذلك العصر إلى حوالي عام ٦٠٠٠ ق.م . والواقع أنه حوالي عام ٤٠٠٠ ق.م كانت القرى الزراعية قد انتشرت انتشارا واسعا في الشرق الأدنى ، وكان العمل الأول للناس حينذاك هو زراعة القمح والشعير ، مستخدمين في الحصاد مناجل مستقيمة هي عبارة عن قطعة من الخشب أو العظام تثبت فيها نصال حادة من الصوان ، كما كانوا يطحنون الفلال على طاحونة يدوية دوارة



مصنوعة من الحجارة ، او على رchy حجرية . ولكنهم الى جانب الزراعة كانوا يهتمون بتربية الإبقار والاغنام والماعز والخنازير ، بالإضافة الى قنص الحيوانات البرية وصيد السمك والطيور . ومع أن الزراع الأوائل في العصر الحجري القديم لم يعرفوا صناعة الفخار او نسج الملابس ، فانه يكفى لتقدير مدى تقدمهم الحضارى واستخدامهم للطاقة غير البشرية ان تدرك انهم كانوا يعتمدون في المحل الاول على طاقة الحيوانات التى استأنسوها ، بالإضافة الى الأدوات والآلات الزراعية المصقولة المصنوعة من الحجارة الصلبة أيضا . . الا ان هاتين الصناعتين ظهرنا مع ذلك في قرى العصر الحجري الحديث في وقت مبكر نسبيا . وصناعة الاوانى الفخارية بالذات التى تحتاج الى تطويع الطفل او الصلصال قبل تشكيله باضافة الرمل أو الحصى تعتمد على الطاقة الكامنة في النار التى تستخدم في احراق الطفل بعد تشكيله وذلك لتغيير طبيعته الكيميائية . وفي الوقت ذاته ظهرت في أوروبا الفؤوس الحجرية المشحوزة التى كانت تستخدم في قطع الاشجار وتطهير الارض من الغابات لزراعتها . وقد اضافت هذه الفؤوس طاقة اخرى اضافية جديدة الى طاقة الجهود العضلى الذى يبذله الانسان . ومع ذلك فان جهود الانسان لازالة الغابات بالفأس الحجرية لم يقدر لها النجاح تماما . فقد كانت الغابات تنمو طيلة الوقت من جديد ، ولم يستطع ازالتها كلية والى غير رجعة سوى الفأس المصنوعة من الصلب ، وذلك في العصور الوسطى (٢٩) .

وواضح من هذا كله كيف ان التقدم في التطور الحضارى كان يرتبط منذ نشأة الانسان المبكر بالزيادة في مقدار الطاقة النى يتحكم فيها الانسان عن طريق الاساليب الرعوية والزراعية . وهذا هو في الواقع ما تدل عليه الآثار الأركيولوجية خلال الآلاف القليلة الماضية من الاعوام . اذ لم تلبث الحضارات القديمة الكبرى ان ظهرت بعد اختراع الزراعة بالذات ، وهذا يصدق على مصر وبلاد ما بين النهرين والهند والصين بل وفي بعض مناطق العالم الجديد في المكسيك واواسط أمريكا ومرتفعات الانديز ، والواقع انه بعد بضعة مئات الألوف من السنين من التطور البطيء خلال العصور الحجرية القديمة لم تلبث الحضارة ان ازدهرت نتيجة لازدياد مصادر الطاقة التى أمكن توفيرها بالزراعة وتربية الحيوان ، وبذلك حلت المدن الكبرى والأمم والامبراطوريات محل القرى والقبائل نتيجة للثورة الزراعية ، وأمكن تحقيق كثير من التقدم السريع وبخاصة في العالم القديم في كل الفنون من صناعة وجمالية وعقلية ، كما تم تنفيذ كثير من المشروعات الهندسية الضخمة (٤٠) .

يبد أن هذا كله لا يعنى ان تطور الحضارة كان مستمرا طيلة الوقت وبغير توقف نتيجة لاكتشاف مصادر جديدة للطاقة وزيادة التحكم فيها وابتكار اساليب جديدة في الزراعة وتربية الحيوان . بل ان سير الحضارة كثيرا ما كانت تعترضه بعض العقبات والعوائق التى تعطل من تقدمه او على الاقل تضعف من قوة اندفاعه . وبقول آخر فان سير الحضارة لم يكن يتجه دائما

( ٢٨ ) وليام هاولز ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٨٦

( ٢٩ ) المرجع السابق ، صفحة ٣٩ .

( ٤٠ ) White, Science & Culture, p. 372 انظر كذلك كتاب الاستاذ جوردون تشايلد عن « الانسان يصنع نفسه » Childe, G. ; Man Makes Himself.

في خط رأسي محققاً مزيداً من التقدم الجوهري، وإنما كثيراً ما كان يسير في مستوى أفقى لفترة طويلة من الزمن دون أن يحقق أى تقدم يذكر، وهذا على فرض أنه لم يكن يتعرض لبعض الانتكاسات التي كانت ترد بعض الشعوب والأقوام إلى مستوى حضارى أدنى مما بلغته بالفعل. ولعل خير مثال لذلك هو الفترة الطويلة التي انقضت بين ما يعرف باسم الثورة الزراعية التي بلغت أوجها في مصر وبلاد ما بين النهرين والصين حوالى عام ١٠٠٠ ق.م من ناحية، والثورة الصناعية التي تحققت في أوروبا مع مطلع القرن التاسع عشر. فكثير من علماء الحضارة يرون أن المستوى الذى بلغته تلك الدول القديمة الثلاث ظل سائداً دون أن يطرأ عليه ارتقاء ملحوظ أو يتعرض لتغير جذرى طيلة ما يقرب من ثلاثة آلاف سنة حتى بدأ ما يعرف باسم «عصر الوقود The Age of Fuel» الذى يعتبر بدايةً لنمط جديد تماماً من الحضارة. وهذا لا يعنى بطبيعة الحال أنه لم يكن ثمة تغيير أو تقدم على الإطلاق طيلة هذه الفترة من الزمن، لأن الإنسان تمكن بالفعل من تحقيق الكثير من الابتكارات في مجال الزراعة، ولكن الذى نقصده هو أن كل هذه المظاهر من التقدم لا يمكن أن تقارن بما كانت الحضارات القديمة في الشرق قد أنجزته بالفعل عن طريق الثورة الزراعية، وأن التقدم الذى يمكن مقارنته بهذه الثورة هو ظهور عصر القوى Power Age أو حتى ثورة الوقود. وعلى أى حال فالظاهر أن ما أحرزته الحضارة الإنسانية من تقدم في العصور الزراعية الطويلة لم يكن يقدر له أن يحقق مزيداً من النجاح الجوهري لولا أن تمكن الإنسان من اختراع وابتكار وسائل جديدة للتحكم في مقادير إضافية من الطاقة. وقد تم ذلك نتيجة لاكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعي التي تعرف عموماً باسم الوقود الحفري Fossil Fuel ونجاح الإنسان في التحكم في الطاقة الكامنة في هذه الأشكال من الوقود ثم استخدامها لصالحه عن طريق البخار وآلات الاحتراق الداخلى. ولقد أضافت هذه الاكتشافات مقادير هائلة إلى الطاقة المتاحة لبناء الحضارة أو بالأحرى لبدء مرحلة حضارية جديدة تماماً، وهذا هو الذى يدفع إلى مقارنة «ثورة الوقود» بالثورة الزراعية. إذ ترتب على كل منهما تحقيق زيادة كبيرة في السكان وحجم الوحدات السياسية، وحجم المدن وتراكم الثروات والنمو السريع في الفنون والعلوم (٤١).

وقد يكون من الصعب علينا هنا أن نتبع بكل دقة وتفصيل كل أشكال الطاقة وصور التقدم الحضارى والأنماط الثقافية التي صاحبها اكتشاف الإنسان لمصادر جديدة من الطاقة واستغلاله لتلك المصادر والتحكم فيها. ولكننا نستطيع من كل ما قيل حتى الآن أن ننبين أن الإنسان في كل مراحل حياته وتطوره كان يصنع آلاته وأدواته بما يتناسب مع مصادر الطاقة المتاحة له. فالأدوات والأسلحة البسيطة الساذجة التي كان يستخدمها جامعو الطعام، والصيادون الأوائل تتناسب تماماً مع مصدر الطاقة الطبيعية الوحيد الذى كان متاحاً لهم، ونعنى بذلك الطاقة الكامنة في الجسم البشرى أو الكائن العضوى نفسه على ما ذكرنا. وحين اكتشف الإنسان طاقة الحيوانات وعرف كيف يتحكم فيها استخدمها في الزراعة وصنع المحراث الذى تجره الحيوانات وامكنه بذلك أن يزرع مساحات أكبر من الأرض لم يكن في استطاعته أن يزرعها باستخدام عصا الحفر مثلاً، وأدى ذلك بدوره إلى توسيع دائرة الطعام، بل ووفرة الغذاء بكميات كبيرة، مما ساعد على

قيام تجمعات بشرية اكبر وأكثر استقرارا . . . بل ان استغلال مصادر الطاقة غير البشرية - سواء اكانت طاقة الحيوانات أو طاقة بعض القوى الطبيعية كالرياح والماء - وما ترتب عليه من زيادة كبيرة في انتاج الطعام ساعد بشكل مباشر على انصراف بعض افراد المجتمع الى الاشتغال بأعمال وأنشطة أخرى غير انتاج الطعام ، وهذا معناه ان استغلال تلك القوى ساعد على ظهور التخصص وتقسيم العمل ، وما ارتبط بذلك من التفاوت بين الجماعات وتشعب العلاقات الاجتماعية بين أعداد متزايدة من الناس ، ثم تنوع الحاجات والمطالب وزيادة التكافل الاجتماعى . وليس من شك في أن كل هذا التعقد كان يتطلب بالضرورة وجود وقيام نوع من التنسيق والضبط والتحكم والتوجيه ، مما استلزم في آخر الامر وجود هيئة مركزية تتولى مثل هذه العمليات .

والواقع ان هذا ينطبق على المراحل الاكثر تقدما وتطورا منه على المراحل الدنيا من التطور الحضارى والثقافى ، بل انه يتمثل في أوضح صورته في المجتمع الصناعى الحديث ، حيث تبلغ مصادر الطاقة المتاحة درجة عالية من التعقد والتنوع تقابلها درجة مماثلة من تعقد وكفاءة الاساليب التكنولوجية ، والآلات والادوات التى تستلزم وجود درجة عالية من التخصص والتنوع في العمل وأوجه النشاط وتعقد الحياة الاجتماعية وتشابكها . بل الاكثر من ذلك اننا نجد في المصنع الحديث بالذات عددا قليلا نسبيا من الافراد يقومون بتشغيل آلات معقدة تستنفد كميات هائلة من الطاقة لانتاج قدر كبير من السلع التى يحدد نوعيتها ( بل وكميتها ايضا ) مجموعة اقل من الرجال الذين يتولون أمور التخطيط والادارة والاشراف على الانتاج . بل ان اختيارات وقرارات هؤلاء الافراد القلائل تؤثر تأثيرا مباشرا في حياة عشرات ومئات الآلاف من المستهلكين . ولم يكن هذا ليتيسر لهم لولا الطاقة الهائلة التى يستغلونها في تشغيل تلك الآلات المعقدة التى تنتج السلع ، والتى تعتمد اعتمادا مباشرا على طاقة الوقود الحضرى بأنواعه وأشكاله المختلفة . والواقع ان التصنيع ذاته لم يكن يفدر له أن يقوم ويحقق هذه الدرجة من التقدم والتشعب والتنوع لولا استخدام تلك الطاقة المركزة (٤٢) . والمعروف ان الفحم والنفط والغاز ، وهى مصادر الطاقة التى تساعد على قيام الصناعة الحديثة ترجع الى ما لا يقل عن مائتى مليون سنة ، وان الطاقة التى تحملها هى في الحقيقة طاقة الشمس التى تركزت في المادة العضوية عن طريق عمليات التمثيل الضوئى في النباتات الخضراء . وهذا معناه ان الانسان حين يستخدم هذه الانواع من الوقود الحفرى فانه يستخدم في حقيقة الامر الطاقة الشمسية ، ويعتمد على نشاط النباتات في تركيز هذه الطاقة في صورة يستطيع الانسان ان يستخدمها . وعلى أى حال فان اكتشاف الوقود الحفرى فتح ابواب الابتكار على مصراعها امام المهندسين والمخترعين الذين يمكنهم استغلال الطاقة في تنفيذ أشد المشروعات تعقدا وضخامة في وقت قصير نسبيا ، اذا قورن ذلك بالجهود والوقت اللذين كان يمكن بذلهما لو أن الطاقة البشرية أو الحيوانية هى التى كانت تستخدم في تنفيذ مثل تلك المشروعات الهندسية الجبارة . والمهم هنا هو أن الانسان الحديث عرف عن طريق التقدم العلمى كيف يحول الطاقة الكامنة في الوقود الحفرى الى طاقة كيميائية وكهربائية ، بل انه عرف كيف يبتكر الاساليب لتوليد الكهرباء ، واستغل في ذلك قوى الطبيعة التقليدية ، اعنى قوة الرياح والماء ، واستخدم ذلك كله في الانتاج وفي العمل على تطوير المجتمع الانسانى والوصول به الى مستويات عالية من

التقدم الحضارى والسيطرة على البيئة الطبيعية ذاتها التى يعيش فيها . فالانسان الحديث لم يعد يقنع بأن يحيا فى تلك البيئة الطبيعية ، أو حتى أن يحيا حياة هائلة ، وإنما هو « يأخذ الدنيا بين يديه » على ما يقول واطسون (٤٢) ، ويشكلها كيفما شاء وحسب رغباته ، وينتج أشياء لا تستطيع الطبيعة ذاتها أن تنتجها ، وهى أشياء يصنعها لكى يشبع حاجاته المختلفة ، وإن كان هذا فى الوقت ذاته يؤدى الى خلق حاجات ورغبات ومطالب جديدة يعمل على اشباعها من جديد . وهكذا نجد ان الانسان بعد أن يتمكن من صنع كل تلك الأشياء لتكون فى خدمته لا يلبث أن يصبح هو نفسه عبدا لتلك الأشياء التى تتحكم فى حياته الى حد كبير .

ومع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة فالظاهرة لا تزال هناك مجالات أخرى جديدة سوف يرتادها الانسان فى المستقبل ، ويحقق فيها مستويات من الحضارة أعلى بكثير من كل ما أمكنه الوصول اليه حتى الآن . . . وذلك ان الانسان الحديث اكتشف مصادر الطاقة الذرية وبدأ يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدوانه سوف يفلح فى الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العقل فى الوقت الراهن على الاقل ، وإن التحكم فى تلك الطاقة الجبارة سوف يضع أمام الانسان امكانيات هائلة للتقدم فى مختلف المجالات . بل انه قد يستطيع عن طريق استخدام تلك الطاقة أن يعيد تشكيل هذا العالم والبيئة التى يعيش فيها على نطاق واسع ، بل وقد يغير حياته هو نفسه كلية ، خاصة وإن النشاط الاشعاعى يؤثر تأثيرا مباشرا على « الجينات » أو حاملات الوراثة . وقد يستطيع ان يستفيد من هذه التأثيرات فى الوصول الى نتائج مرسومة ومدروسة حول الانسان نفسه وحياته ومصيره .

وعلى الرغم من كل هذا فإنه لا يمكن الزعم بأن التطور أو التقدم الثقافى والحضارى المرتبط باكتشاف مصادر جديدة للطاقة كانت كل نتائجها خيرا على الانسان . فلقصة الطاقة والحضارة وجه آخر غير مشرق تماما . ذلك أن الاعتماد على الوقود الحفري فى مختلف اشكاله للاستفادة من الطاقة الكامنة فيه يعنى زيادة الفبار والكربون وثانى أكسيد الكربون وكثيرا من التركيبات الكيميائية الأخرى التى تعمل على تلويث الهواء والبيئة بل والماء الذى نشربه حيث تلقى المصانع بفضلائها وبقيائها ونفاياتها . ثم ان اطلاق الطاقة الذرية رغم كل ما يمكن ان يقدمه من خير للانسان والحضارة يحمل بين ثناياه امكانية تدمير تلك الحضارة وفناء العالم كله . فالطاقة الذرية التى تستخدم فى الصناعة يمكن ايضا ان تستخدم فى الحروب المدمرة ، وفى جميع الاحوال فإن بمة خطرا هائلا يكمن فى النشاط الاشعاعى والفبار الذرى الذى ينتشر فى الجو حول العالم كله ، وقد يصل الى درجة تهدد ليس فقط حياة الانسان بل وكل حياة على هذه الارض .

وعلاوة على ذلك فإن ثمة سؤالا يتردد بالضرورة على الذهن وهو : ما المصير ؟

ان مصادر الطاقة الكامنة فى شكل وقود حفري تستهلك بمعدلات متزايدة ، ولا بد من أن تنضب يوما ما ، كما ان كمية المواد القابلة للانشطار محدودة فى هذا العالم ، شأنها فى ذلك شأن كل المواد الخام الأخرى . فهل ياترى يعود الانسان مرة أخرى الى أسلوب حياته البسيطة

الساذجة حين كان يعتمد على الزراعة مستخدماً الطاقة البشرية والحيوانية وما أشبه ؟ هذا أمر يصعب تصوّره . . . فمع أن الكثيرين من علماء الحضارة لا يستبعدون حدوث النكسات الحضارية ، وأن البعض الآخر يتصورون سير الحضارة على شكل دورات تتراوح بين التقدم والتراجع والتدهور ، فليس من شك في أن التقدم هو سنة الحياة الانسانية والمجتمع والحضارة . وقد تنضب مصادر الطاقة من الوقود الحفري والمواد القابلة للاشتعال ، ولكن يبدو أنه سوف يظل هناك المصدر الاساسى الذى يزداد الالتفات اليه الآن وهو الشمس . فالأغلب أن الاعتماد على الشمس كمصدر للطاقة سوف يزداد في المستقبل ، وأنه هو المصدر الوحيد الذى لا يحتمل أن ينضب أو يستهلك تماماً ويفنى . ويزيد من أهميته أنه ليست له أية آثار اشعاعية أو تهديد بتلوث البيئة ، وبذلك يبدو أن الانسان سوف يعود مرة أخرى الى احضان الطبيعة والى مصدر الحياة ذاتها لكى يقيم عليها حياته وحضارته في المستقبل .

ولكن حتى يأتى ذلك اليوم فالظاهر أن أسلوب الحياة في المجتمع الصناعى سوف يظل قائماً مادامت هناك مصادر للوقود الحفري وللطاقة الذرية ، ومادامت هناك المواد الخام التى تستخدم تلك الطاقة في تصنيعها . ولا بد للانسان من أن يتحمل الآثار السيئة الضارة المرتبطة باستخدام مصادر الطاقة المتاحة في الوقت الحالى الى جانب ما يفيد من خير لا شك فيه . ويبدو أن الانسان نفسه يجد - على حد قول تيرنر Turner كثيراً من المتعة في هذا النشاط الصناعى رغم كل ما به من اضرار ومتاعب وارهاق مادام يشبع حاجاته ومطالبه المتزايدة ، وهو ما يعبر عنه شاعر التاج روبرت بريدجز Robert Bridges في قصيدته عن « عهد الجمال » حيث يقول :

« حينما أخذت الى حجرة الآلات يوما في صباى في الورش الصاخبة لمصنع عظيم  
وقفت وجها لوجه مع القوة الدافعة الهائلة الجائمة في ردهة سفلى  
والتي جعلت كل الطوابق ترتجف الف نول تختلج ، ودواليب غزل ترقص  
شعرت في نفسى برابطة نسب وحنان نفس الشعور الذى يخالج الاطفال  
نحو الفيلان التى يعشقونها (٤٤) .



### أهم المراجع

- Asimov, I. ; Life and Energy, Doubleday & G. ; N.Y. 1962.  
; 20th Century Discovery : The Structure of Life, Transworld, N.Y. 1969.
- Cipolla, Carlo M. ; The Economic History of World Population, Pelican, London 1967.
- Frisch, O.R. ; Atomic Physics Today, Fawcett World Library, 1965.
- Lee, R.B. & De Vore, I., (Eds) : Man the Hunter, Oldine, N.Y. 1969.
- Odum, H. T. ; Environment, Power and Soceity, Wiley, N.Y. 1971.
- Palmer, P.C. ; Energy in the Future, Van Nostrand Cr., N.Y. 1953.
- Rappoport, R.A. ; Pigs for the Ancestors : Rituals in the Ecology of a New Guinea People, Yale 1968.
- Richards, D. A. ; The Flame of Discovery, O.U.P. 1964.
- Singer, C. et al. (eds) ; A History of Technology, O.U.P. 1954-8.
- Thirring, Hans ; Energy for Man : Windmills to Nuclear Power, Indiana, U.P. 1958
- Ubbelohde, A.R. ; Man and Energy, Hutchinson, London 1954.
- Watson, R.A. & Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Anthropolgical Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969.
- White, Leslie A. ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, Farrar, Straus & Cudaly, N.Y. 1949.
- ; The Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959.
- Wilson, Mitchell, Energy ; Time-Life International, 1969.

★ ★ ★

## التفكير الإبداعي والمجتمع الحديث

عبد الحليم محمود السيد \*

دراسة وتنمية من أبرز خصائص العصر الحالي  
المميزة لروحه ، عصر الفضاء الذي يشهد  
المخيلة .

١ - أهمية الإبداع في المجتمع الحديث :

لقد أصبح الاهتمام الشديد بالإبداع (\*)

\* الأستاذ عبد الحليم محمود السيد باحث بالمركز القومي للبحوث الاجتماعية والجنائية بالقاهرة وله دراسات في الإبداع  
والشخصية .

(\*) يتفق معظم المفكرين على أن الإبداع (Creation) هو إنتاج شيء ما على أن يكون جديدا في صياغته ، وأن كانت  
عناصره موجودة من قبل ، كأبداع عمل من الأعمال العلمية أو الفنية أو الأدبية . والاختراع (invention) ليس إلا أحد  
جوانب الإبداع ، وهو عبارة عن إنتاج مركب جديد من الأفكار ، أو هو بوجه خاص ادماج جديد لوسائل من أجل غاية معينة ،  
وهو بهذا عكس الاكتشاف (discovery) الذي لا يطلق إلا على اكتساب معرفة جديدة بأشياء كان لها وجود من قبل ،  
سواء كان هذا الوجود ماديا أو كان نتيجة تترتب بالضرورة على معلومات سبق وجودها (La lande, A., 1951, P. 545)

وفد ينفرد بعض المفكرين بوجهة نظر خاصة في تعريف الإبداع فمثلا ، يرى برونوفسكى (Bronowski, J., 1958)  
أن الشخص يصبح مبدعا - فنانا كان أو عالما عندما يجد الوحدة في تنوع الطبيعة ، أو في أشياء لم يكن يظن من قبله  
ولا يتوقع أن تكون بينها وحدة . ويؤكد أن « الإبداع » في كل من الفن والعلم يرتبط ارتباطا وثيقا بشخصية المبدع ، وحتى

الكريمة . وكل ما يترتب على هذا التفجير السكاني من مشكلات يستلزم بحثا دائما عن حلول أصيلة تحقق توافقا في مجال العلاقات السياسية الدولية والمشكلات الاجتماعية والاقتصادية المترتبة على زيادة السكان .

ان كلا من المجتمعات المتقدمة والآخذة في سبيل النمو في حاجة ماسة في العصر الحديث الى ايجاد حلول مبتكرة لانشاء نظم اقتصادية تمكنها من توفير العمالة اللازمة لابنائها والأجور الملائمة ، بطريقة لا تعيق التجديد والاستعانة بأدوات التكنولوجيا الحديثة للاستفادة من إمكانياتها من ناحية ، وتستثير القدرات الانسانية الخلاقة من ناحية أخرى .

وتدفع الى بعض أنواع النشاط الابداعي في المجتمع الحديث محاولات القضاء على «الملل» ، سواء ذلك الملل الذي يعقب الحروب الكبرى ، أو ذلك الملل الذي يعد أحد أمراض الصناعة الحديثة ، حيث لم يعد العمل يتطلب - في معظم الأحيان - اتخاذ القرارات أو التفكير البناء ، بعد أن أصبحت الآلات الحديثة تقوم بعمليات فكرية كثيرة كان الإنسان من قبل يقوم بها ،

ولاشك أن عوامل كثيرة تدفع الى هذا الاهتمام البالغ بالابداع وتدعمه . فلا يمكن أن نفعل في هذا الصدد الكفاح الرهيب على وجه الأرض الذي استلزم الجانب العسكري منه رفع معدلات الاختراع لتنمية أسلحة مبتكرة ، واستراتيجيات جديدة ، خاصة وأن حالة جمود الحركة (١) في نطاق الاستعدادات الحربية ، أو تعادل آثار الأسلحة والوسائل المادية للصراع ، جعلت الصراعات في أساسها تجري بين العقول المبدعة ، بحيث أصبحت نتائج الصراع مرهونة بمقدار ابداع العقول لدى القوى المتقابلة ، مما جعل العلماء يواجهون تحديات في الجبهات العقلية، العلمية والثقافية، وكذلك الجبهات الاقتصادية والسياسية . بل ان الحرب الباردة أصبحت تتطلب أسلحة دفاعية جديدة وبمعدلات سريعة .

يضاف الى هذا أن وجودنا في عالم يتفجر سكانا يتنافسون أكثر من أي وقت مضى على مصادر ثرواته ، بكل ما يخلقه هذا التنافس من مشكلات سياسية دولية ومشكلات اجتماعية داخل عدد كبير من البلاد لدى فئات اجتماعية عريضة محرومة من مقومات الحياة



ابداع النظرية العلمية يرتبط أساسا بقدرة أحد العلماء على تخيل علاقات تتجاوز الوقائع ، بحيث أن هذا العالم يتوصل الى نظريته نتيجة لقدرته على الاختيار من بين البدائل المتعددة الميسرة لكل الأشخاص . ويرى أن ارتباط الابداع بشخصية المبدع يفسر ارتباط الازدهار ، في كل من الفن والعلم ، بالظروف المكانية والزمانية التي لا تقهر فيها شخصيات الفنانين والعلماء .

الا أن برونوفسكي يذهب الى التمييز بين الاكتشاف والاختراع من جهة وبين الابداع الفني ، من جهة أخرى ، لانه يرى أن « اكتشاف » اشياء كانت موجودة من قبل - مثل اكتشاف كريستوفر كولومبوس لجزر الهند الغربية ، و « اختراع » اشياء تعتمد على ادماج مجموعة من المبادئ التي سبق التوصل اليها مثل اختراع « جراهام بل » للتليفون ، كل منهما يختلف - في رايه - عن الابداع ، الذي يرتبط بشخص المبدع ، كارتباط « عطيل » بشكسبير ، ورغم أن الدراما كانت ستوجد في العصر الاليزابيثي ، حتى اذا لم يوجد شكسبير ، فانه لم يكن من الممكن لاحد غير شكسبير - رغم اعتماده على الروائيين السابقين عليه - أن يكتب « عطيل » . ورغم أن كل عنصر من عناصر « عطيل » قد تناوله شعراء آخرون ، فان ادماج شكسبير لهذه العناصر يجعلنا ازاء عقل شكسبير بالذات .

ولسوف نرى أن الاعتقاد الذي ساد بين ذوى النزعات الادبية والشاعرية والفلسفية بتفرد العمل الابداعي ( سواء كان مملا فنيا فقط أو فنيا وعلميا معا ) وكذلك بتفرد شخصيات المبدعين ذوى الدرجات المرتفعة جدا من القدرة الابداعية ، هذا الاعتقاد منع أصحابه من ادراك درجات متعددة ، ومظاهر مختلفة للقدرة على الابداع .



لهذا فقد شعر عدد كبير من المؤسسات الصناعية الكبرى بالبلاد المتقدمة ، التى يعمل بها كثير من الباحثين العلماء والمهندسين من أجل تطوير انتاجها ، بأهمية الابداع ، وعقدت لهذا الغرض العديد من الاجتماعات والندوات دار الكلام فى معظمها حول التساؤل عن الأسباب التى تجعل الخريجين من نفس الجامعات والمعاهد العلمية ، وذوى الدرجات التحصيلية المرتفعة والحاصلين على توصيات الاساندة وشهاداتهم بالجودة والتعريف ، يختلفون اختلافا عظيما فيما بينهم من حيث درجة انتاجهم للأفكار الجديدة ، مع أن الجميع يعترف بالقيمة الاقتصادية الكبيرة للأفكار الجديدة الأصيلة .

ولا يخفى أن الحكومات فى معظم الدول تضم عددا كبيرا من الموظفين ذوى المهن العلمية والفنية العليا ، مما يتطلب أساليب علمية لاكتشاف ذوى الامكانيات فى الابتكار العلمى وتنميتهم ورعايتهم .

ومعظم التلكوى - فى البلاد التى تحرص على تنمية مواهبها الابداعية - أن خريجي الجامعات يمكنهم أن يقوموا بالعمل الذى يتضمن أساليب سبق لهم أن تعلموها ، ويشعرون بالضيق وبالضياع عندما يدعون الى حل مشكلات تتطلب طرقاً وأساليباً جديدة لم يسبق لهم أن تعلموها (Guilford, J. P. 1950) هذا فى نفس الوقت الذى أصبح فيه مؤكداً أن الأعمال الابداعية لها تأثيرها الكبير ليس على التقدم العلمى فحسب ، وانما على المجتمع بأسره ، لهذا فان المجتمعات التى تعلمت كيف تبذل جهداً فى اكتشاف الأفراد الذين تبدو لديهم بوادر القدرة على الابداع ، من أجل تنمية هذه القدرة لديهم وتشجيعهم يقبل أن تتقدم هذه المجتمعات وتتخذ موقعا حضاريا ممتازا .

ومهما كان عدد الافراد المبدعين الذين يبرزون ضئيلا ، فان ثلاثة أو أربعة من العقول ذات القدرة الفائقة على الابداع يمكن أن تحقق

أو الملل الناسىء عن وقت الفراغ المتزايد فى عدد كبير من الدول المتقدمة نتيجة استخدام الأساليب التكنولوجية الحديثة فى الانتاج وتخفيض ساعات العمل ، مما يدفع الى محاولات لتوجيه النشاط الى مسالك للجهد الابداعى يتذوق فيها الأفراد طعم المكافأة على العمل الحلاق (Guilford, J. P., 1959)

ولم يعد مستقبل الأمم الآن - فى عصر العلم والتكنولوجيا الحديثة - ، يعتمد على مجرد عدد القوى العاملة بها ، بل أصبح عليها أن تكافح من أجل ايجاد نوع ممتاز من العاملين ، وبخاصة الأفراد المبدعين من أجل مواجهة مشكلاتها الحيوية ، لأن الاعتماد على مجرد عدد العاملين ومقدار التسهيلات المادية ، أصبح باهظ التكاليف ، بل أنه كثيرا ما ينبت عدم كفاءته واضاعته للجهد . لهذا لم تعد الصناعة الحديثة بحاجة الى مجرد زيادة عدد العاملين ، بل انها بحاجة الى زيادة عدد العلماء والمهندسين المبدعين .

وكما أن مجرد عدد العاملين وحدهم ليس هو العنصر الحاسم فى تقدم الأمم ، فان مجرد الحصول على الأدوات الحديثة لا يخلق العلماء .

وقد لاحظ بعض العلماء بحق أنه كلما زادت قدرة العالم قلّت حاجته الى تسهيلات وأدوات لحل المشكلات ذات المستوى المحدد من الصعوبة ، وكلما قلّت قدرته زادت حاجته الى تسهيلات وأدوات .

الا أنه عندما تنخفض قدرة العالم عن حد معين فان الأدوات التى بين يديه - مهما كان مستوى تقدمها - لن تمكنه وحدها من حل مشكلاته . وهذا يعنى أننا دائما بحاجة الى افراد مبدعين ، لأن انجازاتهم تتسم بجودة أكثر وتكاليف أقل (Taylor, C.W., 1964, P. 3 — 4.)

وتوضح هذه الزيادة الكبيرة في عدد البحوث والمقالات والكتب التي نشر عن الإبداع إذا علمنا أن جملة ما نشر عن الإبداع والموضوعات المتصلة به ( التخييل - الإصالة - التفكير ) في فترة حوالي ربع قرن - منذ صدور مجلة الملخصات السيكلوجية عام ١٩٢٧ حتى عام ١٩٥٠ - لم يتعد ١٨٦ بحسا أو مقالا أو كتابا ، ومنذ انتصاف القرن العشرين وعدد البحوث في تزايد حتى أن ما ينشر الآن - في أوائل السبعينات - في عام واحد يكاد يقارب في عدده ما نشر في ربع قرن قبل عام ١٩٥٠ !! هذا عدا التقدم العظيم من حيث الصياغة العلمية لفروض البحوث ، وتطويع جوانب الإبداع للمنهج العلمي دون تشويهها ، وتقدم أساليب البحث وملاءمتها للظواهر التي ندرسها ، وتراكم النتائج بطريقة تثرى حصيلة الإنسانية بالمعرفة العلمية بجوانب الإبداع وظروف تنميته .

وجدير بالذكر أن بعض دراسات أكاديمية لها قيمتها العلمية تمت في مصر - والبعض الآخر مازال يجري معظمه تحت إشراف الأستاذ الدكتور مصطفى سويف ، وقد أمكن نشر هذه الدراسات على نطاق عالمي . ومثل هذه الدراسات من شأنها أن تفتح الطريق إلى تطبيقات خصبه في المجتمع العربي إذا خلصت النوايا (\*) .

وتستخدم جميع وسائل النشر المتاحة في نشر نتائج دراسات الإبداع ، أو إمكانيات تطبيقها في الحياة العملية في عدد كبير من الدول . فهناك المجلات العلمية المتخصصة في علم النفس بوجه عام ، كما ظهرت عام ١٩٦٧

فروقا حاسمة بين بلد وآخر . وفي تاريخ التقدم الانساني بوجه عام ، فإن أحد العلماء والمهندسين قد يكتشف بعض المبادئ أو يطور إحدى العمليات مما يؤدي إلى ثورة صناعية ، بينما يقوم مئات آخرون من المهندسين والفنيين - المساوين له في النحصيل العلمي - بإداء أعمالهم التي يكلفون بها بطريقة روتينية . وهذا يبرر الاهتمام بالمبدعين وأن بدا عددهم ضئيلا .

وتبرز أهمية الجهود التي تبذل في اكتشاف الافراد المبدعين ورعايتهم إذا علمنا أن كثيرا من الوسائل الحديثة للانتقال والاتصال والانتاج يمكن ارجاعها إلى عدد قليل من الافراد المبدعين .

• • •

## ٢ - مظاهر الاهتمام الحديث بالدراسات

### العلمية للتفكير الإبداعي :

يتزايد اهتمام المجتمعات الحديثة بالإبداع عاما بعد عام ، بعد أن وضح أن القدرة على الإبداع هي أساس التقدم في أي مجال من مجالات النشاط الانساني في المجتمع الحديث ، لهذا فاننا نلاحظ اهتماما كبيرا ببحوث الإبداع الأساسية النظرية والتطبيقية ، ويتمثل هذا الاهتمام في تزايد عدد البحوث التي تقوم بها الهيئات والافراد في مختلف البلاد أملا في مغنم بعيدة المدى ، استثمارا لأموال وقوى بشرية بسيطة تتركز في محاولة لقاء الضوء على القدرات الإبداعية واكتشاف المبدعين في مراحل مبكرة على أساس أنهم ثروة قومية بل وإنسانية عظيمة .

(\*) وقد كانت هذه الدراسات أساسا لمحاولة تطبيق نتائج بحوث الإبداع في مصر لتحسين طرق اختيار طلبة المعاهد الفنية العلمية التابعة لوزارة الثقافة - لكن هذه المحاولة الرائدة توقفت - رغم محاولات الفالمن بها توضيح أسسها ( سويف ١٩٧٠ ) ، لأنها كانت فيما يبدو أسبق من أن يتمثل أهميتها ودلالاتها معظم الذين أحاطوا بها ، ممن تجاهلوا أو قاوموها ، لعدم تفهمهم لأسسها وما يمكن أن تجنيه من ثمار ، أو لجرد أنها بدعة جديدة .

هذا في حين أن نفس هذه الدراسات هي التي دفعت بعض الجامعات ومراكز البحوث بالسويد والمانيا الغربية إلى الاستفادة من خبرة المشرف عليها عن طريق دعوته لتولي الإشراف على عدد من البحوث العلمية والتطبيقية بها .

التخصصات في تناوله ، فاهتم البعض أساسا بدراسة القدرات الابداعية لدى الراشدين ، ومن ابرز هؤلاء « جيلفورد » وتلامذته بجامعة جنوب كاليفورنيا .

واهتم البعض الآخر بالابداع العلمى والمحكات السيكولوجية والاجتماعية للتنبؤ به لدى الافراد واهم هؤلاء الباحثين « كالفن تيلور » بجامعة يوتاه واهتم معهد تقدير الشخصية وبحوثها - بجامعة كاليفورنيا - بالفروق الفردية والخصال التي تميز مجموعات النابغين من المهندسين المعماريين والعلماء والادباء وعلماء الرياضيات والضباط والجنود عن غير النابغين ، ومن ابرز الباحثين في هذا المعهد : « دونالد ماكينون » ، « وارينشارد كرتشفليد » و « وفرانك بارون » .

كما اهتم « مركز بحوث كفاءة الجماعة » بجامعة الينوى بالظروف التي تزيد من السلوك الابداعي لدى أعضاء الجماعات الصغيرة .

واهتم آخرون بالابداع لدى المراهقين ، كما فعل جترلز وجاكسون بجامعة شيكاغو . واهتم **بول تورانس** - أستاذ علم النفس التربوي بجامعة مينوسوتا وأخيرا بجامعة جورجيا بجوانب النبوغ ومظاهر السلوك الابداعي لدى الاطفال ، ابتداء من سن الحضانة حتى التعليم الثانوي ، كما اهتم بنمو القدرات الابداعية في مراحل العمر المختلفة لدى الاطفال ، ونمط اتجاهات الآباء والمدرسين التي من شأنها اعاقه أو تدعيم التفكير الابداعي لدى الابناء ، فضلا عن اسهام ( تورانس ) في عدد كبير من مؤتمرات الابداع ، فقد نظم هو نفسه عددا منها في مينوسوتا ، كما انشأ أخيرا معهداً لتنمية النبوغ الابداعي لدى الاطفال بجامعة جورجيا .

واهتم في الفترة الاخيرة عدد من الباحثين بعلاقة الابداع بمراحل العمر على امتداد مراحل الحياة ، من أجل اكتشاف أكثر

مجلة علمية متخصصة « للسلوك الابداعي » فقط . ومجلات ونشرات لغير المتخصصين في علم النفس ممن يقومون بتطبيق نتائج دراسة الابداع وعلى رأسهم المعلمون في مختلف المستويات ، والمديرون .. الخ .

هذا فضلا عن النشرات العلمية المحدودة للمشاركين في المؤتمرات العلمية المتخصصة عن الابداع ، أو أعضاء البرامج التدريبية أو طلبة الدراسات العليا في علم النفس .

وقد انعكس هذا الاهتمام الكبير في العدد الكبير للمؤتمرات التي خصصت للابداع ، والتي اهتم بعضها بمناقشة أبعاد التفكير الابداعي وجوانبه ، وطرق التعرف على المبدعين واكتشافهم في ضوء ما تم انجازه من بحوث ، كما هو الحال في مؤتمرات جامعة يوتاه المتتالية منذ عام ١٩٥٥ . وقد تركزت معظم الجهود في هذه المؤتمرات على تحسين أساليب اكتشاف ورعاية العلماء المبدعين .

واهتمت مؤتمرات أخرى بضم تخصصات ومدارس مختلفة من السيكولوجيين لابرار جوانب الابداع من وجهة نظر كل منهم (Anderson, H., 1959)

وعنيت المؤتمرات في الفترة الاخيرة بمحاولة وضع نتائج البحوث موضع التطبيق في مجال البرية ، سواء في سن ما قبل المدرسة كما هو الحال في مؤتمر كلية « ماكلاستر للطرق التربوية لتنمية الابداع في المنزل (Williams, F., 1968) ، ومؤتمرات جامعة مينوسوتا لتنمية المواهب الابداعية لدى الاطفال .

وقد خصص بعض هذه المؤتمرات لطرق استخدام وسائل التعليم والاتصال في تنمية الابداع ، وما يمكن استحداثه في هذا الشأن من أساليب ووسائل لتنمية الابداع . ( Taylor, C. W., William, F., 1966 )

وقد تشعب الاهتمام بالابداع وتنوعت مناهج البحث فيه وظهرت أنواع من

المراحل العمرية خصوبة في الانتاجات الابداعية  
( Arasteh, A., 1968 )

وقد انتشر في السنوات الاخيرة الاهتمام بالتربية الابداعية ومن أبرز الجهود في هذا السبيل جهود معهد التربية الابداعية التابع لجامعة ولاية نيويورك ( بوفالو ) الذي يعد مركزا قوميا امريكا للاعلام والتدريب على طرق التدريس التي تساعد على تنمية المهارات الابداعية في التفكير وحل المشكلات بطرق مبتكرة ، وكذلك جهود مركز بحوث تنمية التعليم بجامعة وسكونسن ، حيث توجد برامج خاصة للتربية الابداعية .

هذا بالإضافة الى جهود عدد كبير من الباحثين التجريبيين في اتجاه تنشيط وتنمية التفكير الابداعي بوجه عام ، والتفكير الذي يتسم بالاصالة والجدة بوجه خاص ، ومن أبرز هؤلاء « ارفن مالتزمان » وزملائه بجامعة كاليفورنيا ( لوس انجيلوس ) وريتشارد كرتشفيلد ومارتن كوفنجنون بجامعة كاليفورنيا ( بركلي ) .



### ٣ - عقبات واجهت الدراسة العلمية للتفكير الابداعي :

على الرغم من شدة الاهتمام الحديث بالدراسة العلمية للتفكير الابداعي فقد واجه هذا النوع من الدراسة عقبات أخرى نموها فترة طويلة من الزمان ، حتى انتصاف القرن العشرين ، حيث كان الباحثون يتجنبون التعرض لدراسة هذا الموضوع ، لأنه كان يبدو غير قابل للدراسة وغامضا ويؤدي الى اضطراب التفكير العلمي للخريجين من الدارسين وإفساده ، مما جعل معظم الدراسات التي أجريت - قبل اهتمام جيلفورد ومعاونيه بالتخطيط الشامل لدراسة القدرات الابداعية عام ١٩٥٠ - دراسات هامشية

( May Rallo, 1959, P. 55 )

### وفيما يلي أهم عقبات دراسة الابداع دراسة علمية :

أ - التشكك في القدرة على ادراك كنه « عملية الابداع » ، او طريقة العقل في الابداع ، اما اعتقادا بأن العقل لا يستطيع بحكم تكوينه وأساليبه في الفهم والتحليل أن يصل الى كنه عملية الابداع والاختراع في انبثاقها وعدم قابليتها للقسمة ، وعلى أنه يفسد هذه العملية ويشوهها عند محاولة تحليلها لفهمها - كما ذهب الى هذا الفيلسوف الفرنسي « هنري برجسون » ( Bergson, H., 1948, P. 165 ) أو اعتقاد بأن مجرد محاولة ملاحظة الفرد لنفسه أثناء عملية الابداع من شأنها ان تجعل هذه العملية تتقلص ، وفي هذا يقول الفيلسوف الالماني ( كانت ) في كتابه الانثروبولوجيا : ان القوى النفسية عندما تعمل فان المرء لا يلاحظ ذاته ، فاذا لاحظ الشخص نفسه توقفت هذه القوى !

وقريب من هذا اعتقاد كثير من الفنانين منذ زمن بعيد ان العمل الفني موهبة يمكن فقدانها اذا تحدث الشخص عن أسرارها . ويرجع البعض انواع عدم السواء الذي عرف به الفنانون ، الى قلق الاعتماد على الارواح الملهمه التي قد لا تتلقى أوامر بالابداع ، مما يؤدي الى مخاوف فقدان المقدرة وسرعة الاستثارة واليأس والضيق من الانتظار ، وهوس الابتهاج بالنجاح والقيام بأنواع من الطقوس المتقنة اللازمة لخلق الظروف المناسبة « لتحضير » ارواح الابداع والالهام . ومن هنا يرى البعض أنه لا يبلغ انسان عاقل مرحلة الصدق في النبوءة والالهام ، لأنه اذا استقبل الكلمة الملهمه فانه اما أن يحجز عقله ويدعه نائما ، أو يجن مؤقتا عن طريق اضطراب مزاجه، لهذا يشير أفلاطون في محاوره فيدروس الى أنه ليس من قبيل المصادفة أن يشار في اللغة اليونانية الى كل من النبوءة والجنون بنفس الكلمة ( maniké ) ويذكر أن جنون الشعراء

الإبداع من ناحيه أخرى ، وحسب اختلاف  
إقاعات الإبداع لدى الفرد الواحد ، التي  
تجعل اداء نفس الفرد يختلف اختلافا كبيرا  
من وقت لآخر .

الا أن ملاحظة أفعال أقل في درجة براعتها  
وامتيازها . وملاحظة الفروق بين الافراد  
في الاداء الإبداعي ، والخطوات العامة لعملية  
الإبداع لدى المبدعين في مجالات مختلفة مكنت  
الباحثين من اقامة محكات موضوعية لدرجة  
الإبداع لدى الافراد ، ومن التنبؤ بالاداء  
الإبداعي قبل حدوثه ، ومعرفة المراحل  
والظروف التي ينشط فيه التفكير الإبداعي  
وتلك التي يتعر فيها .

**ج - والتركيز على بحوث التعلم ، على**  
الرغم من أهميتها ، كان من أسباب اهمال  
دراسة مشكلات الإبداع . ذلك أن الكثير من  
بحوث التعلم أجرى على حيوانات دنيا ، حيث  
لا توجد غالبا علامات الإبداع . وقد واجه  
أصحاب هذه النظرية صعوبة بالغة في تفسير  
سلوك الاستبصار (٢) حيث يحدث ادراك  
مفاجيء ومباشر لحل المشكلة مما يشبه في  
بعض جوانبه السلوك الإبداعي .

واذا كان من الصواب أن نقول أن الفعل  
الإبداعي حالة من حالات التعليم ، لأنه يمثل  
تفيرا في السلوك يرجع الى المنبه والاستجابة  
فان النظرية الشاملة للتعلم كان ينبغي أن تضع  
في حسابها كلا من الاستبصار والنشاط  
الإبداعي .

ويرجع عجز بحوث التعلم عن دراسة جوانب  
الإبداع الى تأثيرها الكبير بالنظرية السلوكية  
بصورتها الفجة المبكرة ، حيث كان يتركز  
الاهتمام بتحديد العلاقة بين منبه صريح  
واستجابة صريحة ، أي باكتشاف ماذا يفعل  
الكائن الحي عندما ينبه بطريقة معينة .

مثل جنون الانبياء تحركه ربات الشعر ويوقظ  
جنونهم الملهم نزعته الشعرية !

يضاف الى هذا أن انتاجات التفكير الإبداعي  
- سواء تمثلت في أعمال فنية تثير الدهشة  
لما تتميز به في بنائها ومعناها وكمالها واثارتها  
للانفعال ، أو تمثلت في قوانين أو مبادئ  
علمية ذات صيغ رياضية - هذه الانتاجات  
الإبداعية تبدو مختلفة عن انتاجات الحياة  
اليومية العادية ، وبالتالي اعتقد كثيرون أنها  
لا بد وأن تكون نائجة عن أنواع من التفكير لدى  
الفنانين أو العلماء يختلف عن تفكير بقية الناس ،  
وصادرة عن عمليات عقلية نختلف تماما عن  
العمليات العقلية التي تنتج عنها الاعمال  
العادية .

**على أن امتداد أسلوب التفكير العلمي في**  
**العلوم الطبيعية الى علم النفس ، حمل معه**  
**شجاعة النظر بطريقة علمية الى كل أنواع**  
**نشاط العقل الانساني ، وامكان دراستها**  
**دراسة علمية ، مع اختيار أو ابتكار الاساليب**  
**الملائمة لهذه الدراسة . وكما أن القوانين في**  
**المجتمع الديمقراطي تطبق على جميع المواطنين**  
**بغض النظر عن مستواهم الاجتماعي أو**  
**الاقتصادي ، فان قوانين التفكير يمكن أن**  
**تنطبق على كل من تفكير المبدعين وتفكير**  
**الأشخاص العاديين ، لأن تفكير كل منهم**  
**لا يختلف عن الآخر الا من حيث درجة خصائص**  
**الإبداع فيه .**

**ب - وقد حال دون دراسة التفكير الإبداعي**  
**صعوبة اقامة محل عمل للإبداع ، بطريقة**  
**تمكن من التنبؤ به وملاحظته . لأن الافعال**  
**التي لا شك في براعتها نادرة جدا وعارضة**  
**حسب ما تقدمه البيئة من فرص من ناحية**  
**وحسب الفروق بين الافراد في القدرة على**

مطالبها بالتجديد أو التأمل أو الاختراع أو الاتيان بحل طريف ، بل يحتمل أن يصحح الحل - إذا كان طريفاً - على أنه خطأ (Getzels J. W. & Jackson, Ph.W., 1962, p. 14 )

**أما التفكير الإبداعي فهو في أساسه تفكير افتراقى تفرى (٦) يتميز ببحث وانطلاق في اتجاهات متعددة (Guilford, J. P., 1957 "b")** أى يتميز بالتعامل بطريقة مبتكرة طريفة مع الرموز اللغوية والرقمية وعلاقات الزمان والمكان . وهذا النوع من التفكير التفرى هو ما غفلت عنه اختبارات الذكاء الشائعة ، رغم أن الملاحظة العامة تلح علينا أن نميز بين مجرد المعرفة والاكتشاف ، بين القدرة على التذكر والاسترجاع والقدرة على الابتكار أو الاختراع .

ورغم وجود بعض الارتباطات بين ما نقيسه اختبارات الذكاء وبعض القدرات الإبداعية ، فإن دلائل كثيرة تؤكد الشك في تغطية اختبارات الذكاء لأنواع الامتياز العقلى التى تمثلها القدرات اللازمة للتفكير الإبداعي . وقد دعم هذا الشك أن الدراسات التتبعية التى أجراها **ترمان L. M. Terman** على حوالى ألف طفل من ذوى الدرجة المرتفعة جداً في الذكاء والذين وصلوا الى مرحلة النضج وحققوا تفوقاً تعليمياً ومهنياً وتوافقاً اجتماعياً - لم تثبت لديهم من الدلائل ما يشير الى أنه سيخرج من بينهم أمثال داروين أو اديسون أو شكسبير أو جوته أو تولستوى أو أوجين أو نيل . . . مع أنهم بلغوا مرحلة العمر التى تعد أكثر المراحل خصوبة وإبداعاً ، إذ كانوا عام ١٩٤٥ قريبين من سن الخامسة والتلاتين .

وبدلاً من أن يرمى جيلفورد في احضان اليأس من أى إمكانية لدراسة الإبداع - كما فعل برجسون - فإنه مع إبرازه جوانب القصور بالمناهج المستخدمة في بحوث التعليم - اقترح تناولاً بديلاً ، استخدمه في بحوثه عن الإبداع ، هو تناول الإبداع من خلال التأكيد على مفهوم السمات (٣) التى هى خصائص للأفراد تتصف بالدوام النسبى ويشترك الأفراد في الاتصاف بها ، ولكن بدرجات مختلفة . وعلى الباحث هنا أن يكتشف هذه السمات للإبداع من ناحية ، ثم يحدد درجة كل فرد على كل سمة من ناحية أخرى .

**د - الخلط بين الإبداع والذكاء :** ومن أهم الأسباب التى عاقت نمو دراسات الإبداع توحيد كثير من السيكلوجيين بين مفهومى الإبداع والذكاء . ومن هنا كان استخدام اصطلاح « عبقري » (٤) الذى نشأ أصلاً لوصف الشخص المتميز بانتاجه الإبداعي لوصف الطفل ذى الذكاء المرتفع جداً . هذا على الرغم من أن نوع التفكير الذى تستثيره معظم اختبارات الذكاء تفكير النفاى تفرى (٥) تعد فيه نتيجة معينة ، أو اجابة بعينها ، هى الاجابة الوحيدة الصحيحة ، وعلى التفكير أن ينصب في مسار هذه الاجابة وفى اتجاهها (Guilford, J. P., 1957 "b") وفى كثير من هذه الاختبارات ينبغى على الشخص أن يجيب على منبه له اجابة واحدة صحيحة ( مثل : ٢ × ٢ = ٤ ، إذا كان أحمد أطول من على ، ومحمد أطول من أحمد ، فمن يكون أقصر الثلاثة ؟ ) وفى مثل هذه الاختبارات لا يكون الشخص

Traits	( ٣ )
genius	( ٤ )
Convergent Thinking	( ٥ )
Divergent Thinking	( ٦ )

الحقائق ، ولكنه يستطيع استخدامها بطريقة مرنة ومزجها بطرق مبتكرة ، ويكون لديه الدافع لتعلم حقائق جديدة هو الذى يتوقع أن يكون مبدعا ( Stein, M.I., 1962 )

ومن الامثلة الصارخة على ان مجرد تراكم المعلومات لا يكفي للأداء الإبداعي ما حدث « باستور » عالم الكيمياء والاحياء المجهرية (٧) الفرنسى ( ١٨٢٢ - ١٩١٢ ) بعد ان تمكن من الحصول على سمعة طيبة كباحث ، عندما دعا الى العمل فى مشكلة متصلة بامراض دودة الحرير ، ولما قام باجراء مقابلة معه - فى البداية - أحد خبراء دودة الحرير ، فوجيء بجهل « باستور » فى هذا المجال وان معلوماته مبدئية . ومع هذا فان باستور - وليس الخبراء - هو الذى توصل الى حل مفيد . لأن فى مثل هذه الحالات - غالبا - يحتاج الابتكار الى حد أدنى من المعلومات المتصلة بالموضوع ، مصحوبه بقدر من القدرات العقلية الإبداعية ، ومن الخصال الدفاعية ، بدونها لا يمكن للعمل أن يكون إبداعيا Taylor, C.W., 1964

ومن هنا تأخرت المعرفة بأبعاد الإبداع عندما خلط الباحثون بينه وبين الذكاء .

وإذا كان قد وضح الآن ان اختبارات الذكاء التقليدية لا تتناول الا جزءا محدودا جدا من الذكاء الانسانى ( Guilford, J. P., 1956 ) فان هناك من المبررات ما يدعو الى الارتفاع عن محاولة التفضيل بين أحد اثنين : « ابداع » أو « ذكاء » ، سيما وأن من الممكن تصور القدرات الإبداعية - وكذلك القدرات العقلية التى تقيّمها اختبارات الذكاء التقليدية - على انها تمثل أجزاء فى تنظيم عقلى شامل ، سوف نعرض لأبعاده الأساسية كما تصور هاجيلفورد ، فى الفقرة القادمة التى ستتناول القدرات الإبداعية .

• • •

وقد اعترف « ثيرمان » عام ١٩٥٤ بأن عدد العلماء النابغين فى مجموعته يماثل ما يتوقع ظهوره من عدد عشوائى من الجمهور العام ( Terman, L. M., 1954 ) وإذا كان من المعروف أن **التحصيل المدرسي** يستخدم كمحك لصدق اختبارات الذكاء ، فمن المنطق ألا يتطابق **التحصيل مع الابتكار** .

وقد أيدت بحوث **جيلفورد** ومعاونيه وجود قدرات إبداعية مستقلة عن القدرات العقلية التى تقيسها اختبارات الذكاء ، وخاصة بعد ظهور عوامل القدرات الإبداعية - كالأصالة ، والمرونة التلقائية والتكيفية ، والحساسية للمشكلات والطلاقة - مستقلة عن القدرات التى تمثلها اختبارات الذكاء - كالفهم والاستدلال

( Guilford, J. P. et al, 1957, "a", Kettener, N. et al, 1959 )

ولا يعنى هذا عدم أهمية الذكاء للأداء بوجه عام وللأداء الإبداعي بوجه خاص ، إذ لا يتوقع الإبداع مع انخفاض الذكاء الذى يمكن صاحبه من فهم الرموز والأشياء والمواقف ، وتناولها بطريقة معقولة قبل أن يعيد تشكيلها أو تشكيل سلوكه ازاءها بطريقة مبتكرة ( Burt, C., 1962 ) . **فهناك مستوى معين من الذكاء**

**لا يقل عن المتوسط يلزم للإبداع** ، أى انه إذا كان مستوى الذكاء الذى يلزم لاكمال الدراسة باحدى الكليات يلزم أيضا للعمل الإبداعي ، فان توافر هذا المستوى من الذكاء لدى شخص معين لا يعنى انه سيصبح مبدعا ، **لأنه ليست العبرة بما نملك من قدرات وانما بما نعمل بهذا الذى نملكه** . وعلى هذا فان الشخص الذى يقوم ذكاؤه أساسا على تمثيل عدد من الحقائق المفككة ، أو تحصيل ما يلقنه من معلومات ، لا يتوقع أن يكون مبدعا ، بينما الشخص الذى يكون لديه قدرة على تمثيل عدد أقل من

## ٤ - القدرات الإبداعية :

ليس الإبداع قدرة واحدة بسيطة ، ولا ينبغي أن يخدمنا استخدام اصطلاح واحد للتعبير عن « الإبداع » فنتوهم أنه يشير الى شيء واحد ، اذ لا يوجد شخصان مبدعان بنفس الطريقة ، فبالاضافة الى الفروق في درجة ما لدى الافراد في كل عامل من عوامل الإبداع - في المجال الواحد - مجالات النشاط - توجد فروق كيفية في نوع النشاط الذي تتجلى فيه القدرات الإبداعية .

لذا ، نلاحظ مع « سيريل برت » أنواعا من العبقرية - او الدرجة الفائقة في الإبداع - تختلف باختلاف المجالات التي يتجلى فيها السلوك الإبداعي ، والقدرات اللازمة للإبداع في كل من هذه المجالات ، وطبيعة العملية الإبداعية والمؤثرات الداخلية والخارجية فيها ، والسمات الشخصية والعوامل الدافعة الى الإبداع ، والسياق الاجتماعي الذي يحيط بالإبداع .

ولهذا نجد ان إبداع العبقرية العلمية لدى نيوتن وفراداي أو ابن الهيثم وجابر بن حيان ، يختلف عن إبداع العبقرية الفنية لدى ميخائيل أنجلو وبيتهوفن ، بل انه لتختلف طرق تناول الإبداع التي تعالج بها الموضوعات المختلفة في المجال الواحد من النشاط الإبداعي ، فالخصوبة القصصية ذات للمحات الاجتماعية لدى « دكنز Ch. Dickens » او نجيب محفوظ تختلف عن خصوبة كل من « ثاكيري W. M. Thackeray » و « جورج اليوت G. Eliot » « وأبو حديد وباكثير » التي تتخذ من التاريخ مصدرا أساسيا للأحداث والأبطال . كما ان أصالة « براوننج R. Browning » « أو أبي العلاء في الشعر

الفلسفي تختلف عن أصالة شعراء القصص مثل « تينيسون A. Tennyson » و « شوقي » أو « بلاك W. Blake » و « عمر الخيام » وإبداع « رودان Rodin » المثال الفرنسي ذي النزعة الواقعية ذات الفعالية يختلف عن إبداع الفنانين التشكيليين السرياليين . بل انه ليلاحظ أن الأعمال الإبداعية - علمية كانت او فنية - التي تصدر عن فرد مبدع في ظروف معينة ، قد تختلف كثيرا ، في جوانب الإبداع الأساسية ، عن أعمال أخرى صدرت عن نفس الشخص في ظروف أخرى ، ومثال ذلك ما نلاحظه من أوجه الاختلاف بين ثلاثية نجيب محفوظ وبين بعض قصصه الأخيرة كالشحات واللص والكلاب .

وقد أثبتت الدراسات السيكولوجية - التي تعتمد على المنهج الإحصائي المسمى بالتحليل العاملی (\*) - وجود عدد كبير من القدرات التي تسهم في الأداء الإبداعي ، مع ملاحظة أن القاعدة ، وليس الاستثناء ، أن يكون لدى الشخص المبدع قدرات إبداعية مرتفعة وقدرات أخرى منخفضة ، أما الشخص الذي تكون قدراته الإبداعية جميعها ، تقريبا ، مرتفعة - مثل ليونارد دافنشي ، وابن سينا - انما يمثل استثناء نادرا .

والقدرات الإبداعية هي القدرات العقلية التي يلزم توافرها للأشخاص حتى يقوموا بأنواع السلوك الإبداعي .

ورغم أن عددا من الباحثين ظل - وما زال - يعتقد أن دراسة الإبداع لا تصلح الا بعد أن يكون قد تحقق فعلا ، ووجد تعبرا عنه في انتاجات محددة - كمبان ضخمة أو براهين رياضية أو أشعار أو قصص ... الخ .

(\*) التحليل العاملی (Factor Analysis) منهج إحصائي ، يمكن بواسطته وصف البيانات ، وهي هنا الاختبارات السيكولوجية ، مع ابراز الفئات أو المكونات الرئيسية التي تصنف اليها . كما يمكن من خلال ، التحقق من بعض الفروض المتصلة بعلاقة الاختبارات ببعضها ، أو علاقتها بمكونات سيكولوجية مفترضة ، وقد يثبت التحليل العاملی صحة هذه الفروض أو بطلانها .



**ج - مظهر نقدي أو تقويمي :** يتجلى في نظر الفرد فيما يتم انتاجه - سواء كان هو المنتج أو غيره - واعطاؤه قيمة معينة ، بناء على محكات في ذهن الشخص المبدع .

وهذه المظاهر لا تمثل مراحل متعاقبة اذ انها تتفاعل وتتداخل خلال عملية الابداع . فمثلا الحساسية للمشكلات قد تكون بداية لانتاج ابداعي ، كما ان لها اهميتها في تقويم الشخص المبدع لانتاجه الابداعي .

والآن نتناول بقدر من التفصيل - القدرات التي تساعد على الابداع في مختلف المجالات ، والتي تتوفر لدى معظم الناس بدرجات متفاوتة :

#### ١ - الحساسية للمشكلات (٨) :

تبدو هذه القدرة في كل مظاهر السلوك التي تصدر عن الفرد وتنبئ بأنه يشعر بأن الموقف الذي يواجهه ينطوي على مشكلة أو عدد معين من المشكلات يحتاج الى حل ، أو أن هذا الموقف ليس موقفا مستقرا بل يحتاج الى احداث تغيير فيه لأنه يشتمل على مشكلة تحتاج الى حل . وهذه المشكلات تأخذ اشكالا مختلفة في المواقف المختلفة : فقد تأخذ طابع الدوق الفني التشكيلي : قد أدخل حجرة فأدرك فوراً أنها تنطوي على مشكلة من ناحية التلوين اذ أن لون الجدران غير مناسب للون السقف أو للون الأثاث وبالتالي أشعر بالحاجة الى احداث تغيير في هذه العلاقة اللونية . وقد أدخل معرضاً فأجد صورتين متقاربتين فأشعر بأن العلاقة بينهما كانت تقتضي أن تكون كل منهما على مبعده من الأخرى وليس على مقربة منها ، وهنا يثير لدى الاحساس بالمشكلة دافعا الى التغيير .

وقد تتمثل المشكلة في نوع من التعبير الأدبي أو الشعري أو التصويري أو الانفعالي ، أو

الا أنه ابتداء من اعلان جيلفورد عام ١٩٥٠ في خطاب رئاسته لجمعية علم النفس الامريكية عن مشروعه لدراسة القدرات الابداعية دراسة منظمة وشاملة للكشف عن السمات التي تظهر في السلوك الابداعي لدى العلماء عندما يقومون بالاختراع والتصميم والانشاء والتخطيط ، يتزايد عدد السيكلوجيين الذين يرون أن الدراسة العلمية للابداع ينبغي أن تساعد على التنبؤ به قبل حدوثه بالفعل ، بحيث لا تضيع فرصة اكتشاف الاشخاص المبدعين ورعايتهم منذ المراحل المبكرة من حياتهم .

وقد اعتمد هذا الفريق من السيكلوجيين على تصميم اختبارات تمثل عينة من السلوك الابداعي يمكن أن تساعد على اكتشاف هذا السلوك والتنبؤ به . لأنه اذا كانت وفرة الانتاج هي القاعدة ، لا الاستثناء لدى الأشخاص الذين ينتجون بعض الأفكار الواضح أصالتها ودقتها ، فان من الأرجح أن من ينتجون بعض هذه الأفكار في موقف الاختبار المحدد بزمن قصير - يتراوح بين عشرة وخمس عشرة دقيقة - سينتجون قدرا كبيرا منها في مواقف الحياة القادمة .

وفيما يلي عرض لأهم القدرات الابداعية التي أمكن لجيلفورد ومعاونيه اكتشافها بالاستعانة بمنهج التحليل العامل :

وتتوزع هذه القدرات على ثلاثة مظاهر أساسية للنشاط العقلي الابداعي :

**أ - مظهر استقبالي :** استقبال المنبهات المحيطة التي يتلقاها الفرد من حواسه وخبراته .

وهنا نجد القدرة على الحساسية للمشكلات .

**ب - مظهر انتاجي :** يتجلى في انتاجات ابداعية لها خصائص معينة . وهنا نجد القدرات الثلاثة ، الطلاقة ، المرونة ، والأصالة .

الصياغة العلمية لاحدى قضايا العلم ، أو احدى القضايا المنطقية ، أو بعض المواقف الاجتماعية التى تدرك على أنها تتضمن مشكلة من المشكلات ، وهذا الإدراك نفسه يثير دافعا الى التغيير أو التعديل .

ويختلف الناس فى حساسيتهم للمشكلات . ولا يهتم السيكلوجيون أساسا - عند قياس هذه السمة - بكيف تحدث الفروق بين الأفراد فى الحساسية للمشكلات ، كما لا يعنون بمناقشة ان كانت هذه الصفة قدرة عقلية أم سمة مزاجية وانما يعينهم أساسا أنه فى موقف معين يرى شخص معين أن هناك عدة مشكلات ، بينما الآخرون من حوله قد يرون هذا الموقف واضحا لا يدعوا الى التساؤل ولا يثير اشكالا ، وفى هذا يكمن الفرق بين العالم الذى يرى الموقف ممثلا لمشكلات علمية ، ومساعد المعمل الذى لا يرى أية مشكلات ، وبين الأديب الذى يمر على موقف أو مشهد أو نظام أو قاعدة بين القواعد الاجتماعية أو الادارية تثير لديه احساسا بعدة مشكلات تحتاج الى حلول كما يثير لديه عدة زوايا لتغيير الموقف ، بينما آخرون يشاهدون نفس هذا الموقف ويتعاملون مع هذه القاعدة الاجتماعية أو الادارية ولا تنير لديهم أى احساس بوجود مشكلة .

ومن هنا نرى أن الحساسية للمشكلات تظهر غالبا فى شكل وعى بالنقص أو العيوب فى الأشياء أو المواقف ، مما يؤدى الى الاحساس بالحاجة الى التغيير أو الى حيل جديدة .

وقد أوضحت الدراسات السيكلوجية الحديثة وجود عامل للحساسية للمشكلات

يتصل برؤية المشكلات الماثرة القريبة، وعامل آخر يطلق عليه اسم « عامل النفاذ (٩) » ويتصل بالقدرة على ادراك ما وراء المشكلات الواضحة من نتائج بعيدة .

والواقع أن القدرة على الحساسية للمشكلات من أهم قدرات الذكاء الابداعى اذ لا سبيل الى أى انتاج ابداعى بدون الاحساس ومشكلات تثير صاحبها فى مجال ابداعه ، مما يدفعه الى تجاوز هذه المشكلات بانتاجات ابداعية .

وتشير الدراسات الحديثة الى وجود علاقة بين القدرة على الحساسية للمشكلات وبين السمة المراجعة التى يطلق عليها « تحمل الغموض (١٠) » . أى تحمل الشخص للتوتر الناتج عن محاولة تفهم موقف لم يسبق له معرفته دون محاولة الهروب منه ودون التسرع بفهمه بنفس طريقة فهمه للمواقف المعروفة له من قبل ، دون محاولة التعرف على خصائصه النوعية .

## ٢ - الطلاقة (١١) :

هناك شواهد عديدة من تاريخ المبدعين تدل على أن المبدعين يكون لديهم غالبا فيض من الأفكار والمقترحات ، لأن الشخص الذى ينتج عددا كبيرا من الأفكار خلال وحدة زمنية معينة يكون لديه غالبا - فى حالة تساوى الظروف الأخرى - فرصة أكبر لكى ينتج عددا كبيرا نسبيا من الأفكار الجيدة . لذا فمن المرجح أن يتميز الشخص المبدع بالطلاقة فى التفكير أى بانتاج عدد كبير من الأفكار أو التصورات فى وحدة زمنية محددة .

Penetration (٩)

Intolerance of Ambiguity (١٠)

Fluency (١١)

### ٣ - المرونة في التفكير (١٦) :

وتتمثل في العمليات العقلية التي من شأنها أن تميز بين الشخص الذي لديه القدرة على تغيير زاوية تفكيره عن الشخص الذي يجمد تفكيره في اتجاه معين .

وقد أوضحت البحوث السيكولوجية وجود نوعين من المرونة في التفكير :

#### أ - المرونة التكيفية (١٧) :

وهي تلك التي تتصل بتغيير الشخص لوجهته الذهنية (١٨) ، لمواجهة مستلزمات جديدة تفرضها المشكلات المتغيرة ، مما يتطلب قدرة على إعادة بناء المشكلات وحلها خاصة في مجال الحروف والأرقام والأشكال . وكلنا شعر بأهمية هذا النوع من المرونة التكيفية عندما كان عليه أن يقوم بحل أحد تمرينات الهندسة ليبدأ بعض خطوات الحل ثم يتوقف تماما الى حين تتغير زاوية تفكيره أو زاوية نظره للمسألة وعندئذ فقط - عندما يدرك مثلا أهمية إقامة عمود بزاوية معينة - يتوصل الى الحل .

وقد تتبدى المرونة التكيفية في كثير من مواقف الحياة العملية حيث تواجه الشخص مشكلات عملية مثل الوصول الى سقف حجرة دون وجود سلم أو كرسي عن طريق الاستناد على كتف (أو يد) شخص آخر... الخ .

وقد تبين من الدراسات التي أجريت على « الطلاقة » وجود أربعة عوامل للطلاقة :

#### أ - طلاقة الكلمات (١٢) : في اللغة المنطوقة أو وحدات التعبير كاللفظات في لغة التصوير .

أي سرعة انتاج كلمات (أو وحدات للتعبير) وفقا لشروط معينة في بنائها أو تركيبها .

#### ب - طلاقة التداعى (١٣) : أي سرعة انتاج كلمات أو صور ذات خصائص محددة في المعنى .

ج - طلاقة الأفكار (١٤) : أي سرعة ايراد عدد كبير من الأفكار أو الصور الفكرية في أحد المواقف ، ولا يهتم هنا بنوع الاستجابة وجودتها وإنما يهتم فقط بعدد الاستجابات .

#### د - الطلاقة التعبيرية (١٥) :

وهي القدرة على التعبير عن الأفكار بسهولة صياغتها في كلمات أو صور للتعبير عن هذه الأفكار بطريقة تكون فيها متصلة بغيرها وملائمة لها .

وهنا ينبغي أن نشير الى أن تميز عامل الطلاقة التعبيرية عن طلاقة الأفكار إنما يدل على أن القدرة على إيجاد أفكار تختلف عن القدرة على صياغة هذه الأفكار والتعبير عنها في كلمات أو صور مختلفة بأكثر من طريقة .

Word fluency ( ١٢ )

Associational fluency ( ١٣ )

Ideational fluency ( ١٤ )

Expressional fluency ( ١٥ )

Flexibility in Thinking ( ١٦ )

Adaptive flexibility ( ١٧ )

Mental set. ( ١٨ )

**ب - المرونة التلقائية (١٩) :**

وتتمثل في حرية تغيير الوجهة الذهنية ، حرية غير موجهة نحو حل معين ، فيما يتصل بمشكلة محددة تحديداً ضيقاً . وتتطلب الدرجة الجيدة على هذه السمة تغيير الشخص لمجرى تفكيره وتوجيهه نحو اتجاهات جديدة بسرعة وسهولة ، بسبب واضح له أو غير واضح .

فالمرونة التلقائية اذن عبارة عن : فطرة عقلية ( ويرجح احيانا انها استعداد مزاجي ) لانتاج أفكار مختلفة ، مع التحرر من القيود ومن القصور الذاتي في التفكير الذي يمنع تغيير اتجاه التفكير .

نفرض مثلا اننى طلبت من شخصين أن يذكر كل منهما أكبر عدد من الاسماء ، قد يذكر الشخص « أ » عشرة أسماء مثل : حائط ، عمود ، بيت ، حجرة ... الخ ، كلها أسماء لاشياء ، بينما يذكر الشخص « ب » أسماء مثل : حائط ، عمود ، ثم ولد ، ثم قط ، ثم عفة ، جمال ، مهارة . هنا نستطيع أن نقول أن الشخص « ب » لديه قدر أعلى من المرونة التلقائية لأن الاتجاه العقلي لديه تغير في ثلاث زوايا : جماد ، كائنات حية ، ثم أسماء معنوية ، بينما الشخص « أ » ظل اتجاهه العقلي واحداً فلم يذكر الا أسماء نوع واحد هو المباني .

**٤ - الاصاله (٢٠) :**

وبعد الكثيرون الاصاله مرادفة للابداع نفسه . ويقصد بهذه القدرة تلك المظاهر التي تبدو في سلوك الفرد عندما يبتكر بالفعل انتاجا جديدا . **فالاصاله تعنى الجدة أو الطرافه** ، ولكن هناك شرطا آخر لا بد من

توفره الى جانب الجدة لكي يكون الانتاج أصيلا ، هو أن يكون مناسباً للهدف أو للوظيفة التي سيؤديها العمل المبتكر . فالسلوك الجديد والمناسب أو الذي يؤدي الى الهدف المنشود « بمهارة » يعد بحق سلوكا ابداعيا أصيلا . والجدة وحدها لا يمكن أن تدل على الابداع لأن السلوك قد يتخذ شكل العمل الابداعي بطريقة كاذبة لانخفاض درجة توافقه مع الموقف . ويتبدى هذا بوضوح في سلوك بعض المرضى العقليين الذين قد يصدر عنهم سلوك جديد في شكله ولكن غير مناسب للهدف ، ولا يخدم عملية التوافق ولا يتجه مع غيره من مظاهر السلوك الصادرة عن الشخص الى خدمة الهدف المحدد .

وقد اعتقد البعض أنه لا توجد جدة أو أصالة في فكرة معينة الا عندما تكون هذه الفكرة جديدة تماما . أى أن أحدا لم يفكر فيها قبل صاحبها ، ومن ناحية أخرى اعتقد البعض الآخر أن كل شيء يفعله الفرد يكون جديدا بما في ذلك ادراكاته المختلفة للعالم من حوله ، أى أن كل شيء يفعله الفرد يكون بالنسبة اليه فقط غريبا بطريقة ما ، وبالتالي أصيلا وجديدا ، الا أن الاتجاه السائد الآن في الدراسات السيكلوجية للقدرة الابداعية هو أن هاتين الوجهتين من النظر متطرفتان . فلا يمكن تقبل الاتجاه الاول ، اذ أنه فضلا عن صعوبة فحص أفكار كل الناس حتى لحظة صدور الفكرة الاصيله عن شخص معين ، فان صدور فكرة أصيلة عن أحد العلماء أو الفنانين بعد صدورها عن غيره بلحظات أو أيام أو أسابيع أو شهور قليلة - دون أن تكون بينهما صلة - لا يعنى أنها ليست فكرة أصيلة لهذا يكتفي الآن في تقدير الاصاله بكون الفكرة « نادرة » أو غير شائعة الى جانب كونها مهارة . كما أنه لا يمكن تقبل الاتجاه الثاني ، لانه من

Spontaneous flexibility ( ١٩ )

Originality ( ٢٠ )

فالنشاط الابداعي أثناء عملية الخلق في تقدم ثم إعادة نظر للتقويم . والمفروض ان تتوفر القدرة على التقويم بدرجة مرتفعة لدى النقاد حتى ينفذوا الى جوانب القوة والضعف في الاعمال الابداعية وحتى يستطيعوا ابرازها بوضوح .

اما عن موقع هذه القدرات بين جميع القدرات العقلية الاخرى ، فهذا ما حاول جيلفورد أن يوضحه من خلال « النموذج النظري لبناء العقل » .

#### **النموذج النظري لبناء العقل :**

حاول جيلفورد - عام ١٩٥٩ - على أساس العناصر المشتركة بين ما تم له اكتشافه من عوامل القدرات الابداعية التي بلغت حتى ذلك الوقت ٥٣ عاملا ، ووصلت عام ١٩٥٦ الى ما يقرب من ٦٠ عاملا - وعلى أساس ما يتوقع من عوامل عقلية أخرى أن يتصور بناء نظريا شاملا للعقل يتمثله شكل مكعب ، كما هو موضح بالشكل السابق ، يستوعب جميع القدرات العقلية . وذلك اعتمادا على ثلاثة أسس هي : -

#### **( ١ ) تصنيف عوامل القدرات العقلية أفقيا**

##### **على أساس العمليات العقلية التي تتم :**

ويمكن تقسيم هذه العمليات العقلية الى خمس مجموعات من القدرات العقلية هي :

١ - **القدرات المعرفية** أو الاكتشافية التي تتصل بقدرة الشخص على فهم القدرات ونحصيل معلومات جديدة أو التعرف على معلومات قديمة والبحث عن علاقات واستنتاج فروض مما يعرض عليه من تنبيهات .

٢ - **قدرات التذكّر** : في الانتاجات والمضمرات المختلفة .

غير الممكن تصور الجدة والطرافة صفة للامعال التي تتكرر من الشخص نفسه ، مما لا يقتصر على الشّعور والاعمال الادبية والعلمية ، بل يدخل في هذا الاحلام والهوسات والادراكات خلال مواقف الحياة ، لأن هذه النظرة لا تمدنا بأساس للتمييز بين الاسخاص الاكثر ابداعا والاقل ابداعا .

لهذا فقد رأى انه من الاجدر النظر الى الاصاله كغيرها من السمات السيكلوجية للأفراد - على أنها سمة تمتد على بُعد متصل ومتدرج ، وهذا التصور يسمح بالمقارنة الخصبة بين الافراد بعضهم ببعض ، وبين انواع السلوك المختلفة من حيث درجة ما يتبدى فيها من الاصاله .

#### **٥ - القدرة على التقويم ( ٢١ ) :**

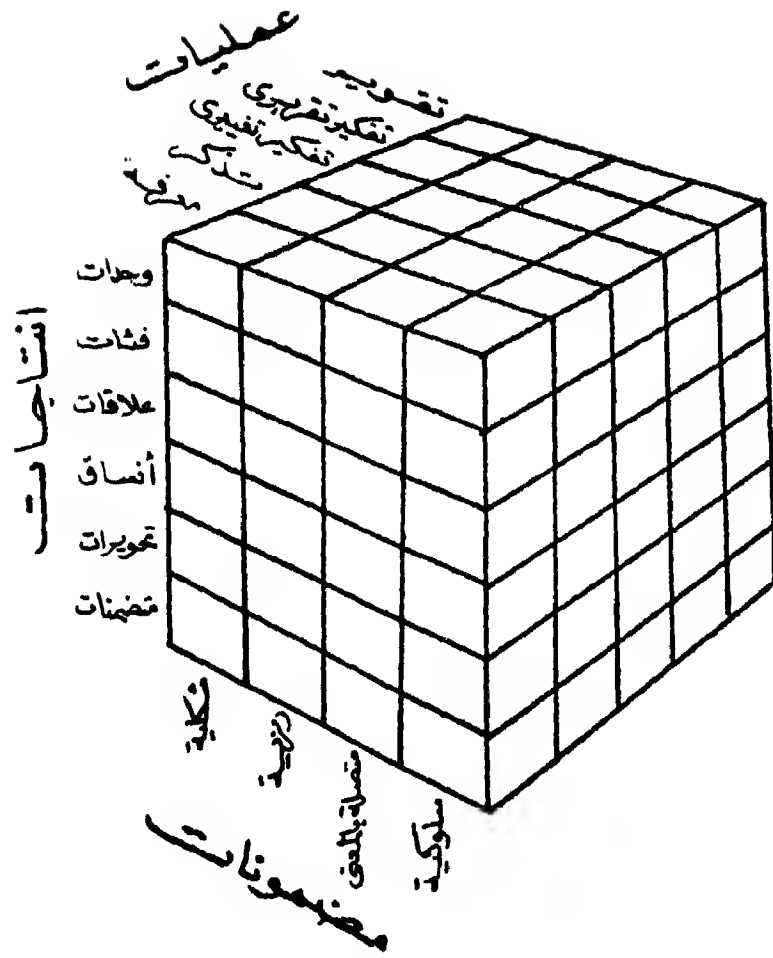
القدرة على التقويم عبارة عن وعى بانفاق شئ معين أو موقف معين أو نتيجة معينة أو انتاج ابداعى معين مع معيار أو محك للملاءمة أو الجودة .

وقد يكون التقويم **منطقيا** يعتمد على ادراك العلاقات المنطقية بين مواد لفظية بصوريه .

كما قد يكون **تصوريا ادراكيا** يتصل بمواد ادراكية ، كما قد يتصل بالخبرة في المواقف الاجتماعية .

والقدرة على التقويم يفترض أن النشاط الابداعي المبتكر تم فعلا ثم يتجه اليه الشخص المبدع فيعيد النظر فيه - سواء كان هو منتجه أو انتجه شخص آخر .

وجزاء هام من نشاط الخلق والابداع لدى كل من الفنان والعالم يتمثل في إعادة النظر فيما ابداعه .



النموذج النظري للبناء الكامل للعقل

( ب ) تصنيف العوامل حسب نوع المادة  
أو المضمون الذي تجرى عليه العمليات العقلية  
الى أربعة أنواع هى :

١ - **المضمون الشكلي (٢٢) :** الذى لا يحيل الى ما لا يتجاوز نطاقه ، ونحن ندركه - كصور - بحواسنا ، ومن أمثلة المواد الشكلية : الحجم ، الهيئة ، واللون ، والموقع ، والنسيج ، وما نسمعه ، وما نشعر به من أشياء .

٢ - **مضمون رمزى (٢٣) :** ويشمل الحروف والمقاطع والكلمات ، والارقام والرموز التقليدية الأخرى . وتشير « الرموز » عادة الى شئ آخر ، وتنتمى الى نسق عام مثل « حروف الهجاء » أو « نسق الاعداد » ، وان كان من الممكن أن تتضمن رموزا شكلية أو تصويرية عندما يضمها نوع معين من الانساق .

٣ - **المضمون المتصل بالمعنى (٢٤) :** يعالج المعاني . وكان جيلفورد من قبل يستخدم اصطلاحا تصوريا (٢٥) الا انه أدى الى نوع من الفموض ، اذ قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة شكلية ، كما فى حالة الفنان الذى يقول ان لديه تصورا لما يريد أن يرسمه ، كذلك قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة رمزية ، كما فى حالة الرياضى الذى يتصور احدى المعادلات .

٤ - **المضمون السلوكي (٢٦) :** أى ادراك الاستعدادات النفسية لدى الآخرين ولدى

٣ - **القدرات التقريرية :** حيث الميل الى تقرير حل واحد صحيح أو استجابة واحدة ، على التفكير أن يوجه فى مسارها واتجاهها .

٤ - **القدرات التغيرية :** حيث يتجه التفكير اتجاهات مختلفة ، ويتميز بأنه أقل تقييدا فى تحديد هدفه ، كما يتميز بحرية توجه التفكير الى عدة اتجاهات ، وقد تكون هذه الحرية كاملة حيث لا يكون هناك هدف محدد ، أو يكون هناك هدف معين لكنه واسع يمكن بلوغه عن طريق عدد متنوع من الاجابات . ومن الخصائص الاساسية للتفكير التغيري رفض الحلول القديمة والعتور على اتجاهات جديدة للتفكير من شأنها ترجيح نجاح التركيب الخصب ذى البناء الثرى . وهذا النوع من القدرات هو الذى يمثل بحق القدرات الابداعية .

٥ - **القدرات التقويمية :** وهى التى يكون لها تأثيرها فى تقرير جودة الانتاج وملاءمته وأهميته ونوعه . ورغم أن معظم الباحثين يرون أن للقدرات التقويمية أهمية خاصة فى المراحل الاخيرة لحل المشكلات ، فان من أهم خصائص نموذج « بناء العقل » - الذى يقدمه جيلفورد « اعتماد » كل العمليات على **التقويم** اعتمادا شاملا ، اذ أن عملية التقويم تساعد على انتقاء المعلومات فى المراحل الاولى ، كما تساعد على رفض المعلومات أو قبولها فى عمليات المعرفة والانتاج .

Figural.	( ٢٢ )
Symbolic	( ٢٣ )
Semantics	( ٢٤ )
Conceptual	( ٢٥ )
Behavioral	( ٢٦ )

مكون من وحدات من المعلومات اجزائه متفاعلة مترابطة .

٥ - **تحويل** أو إعادة تحديد (٢١) ، أى نوع من التغير للمعلومات الموجودة أو المعروفة ، أو إعادة تأويلها .

٦ - **تضمين** (٢٢) ، أى نوع من تجاوز الاستقطاب (٢٣) والتعارض فى المعلومات ، وقد يشمل هذا فى مجال المعرفة توقع البوادر ومعرفة المقدمات (٢٤) والاستنتاجات (٢٥) .

وبهذا نستطيع أن ندرك أن كل حلية من خلايا نموذج « **بناء العقل** » تمثل نوعاً معيناً من القدرات ، لها ثلاثة أبعاد ، أى يمكن وصفها بنوع من **العمليات** ، ونوع من **المضمون** ، ونوع من **الانتاج** . ويتضمن هذا النموذج ١٢٠ خلية . ولهذا فهو يتنبأ بوجود ١٢٠ قدرة عقلية على الأقل ، على أن وجود خلية فى مجال « المعرفة » - هى خلية معرفة الوحدات الشكلية - تشتمل على ثلاثة أنواع من القدرات : « بصرية » ، و « سمعية » ومتصلة بمعرفة حركات الجسم (٢٦) (※) ، وكذلك وجود خلية فى مجال « الذاكرة » تتضمن نوعين من العوامل الشكلية ، قد أوحى لجيلفورد أن يتوقع وجود أكثر من قدرة

أنفسنا ، والاستدلال من ظواهر السلوك عما وراءها ، مما يمثل معلومات على كل منا أن يتعامل معها . وتتفاوت قدرات الأفراد على إدراك متساعر الآخرين أو على الإدراك الاجتماعى أو ما يطلق عليه الذكاء الاجتماعى .

### ( ج ) تصنيف عوامل القدرات العقلية على أساسى « الانتاجات » :

وكل نوع من العمليات يمكن أن تصدر عنه ستة أنواع من الانتاجات أى أن الانتاج قد يكون :

١ - **وحدة** (٢٧) للمعلومات ، وهى عبارة عن جزء معزول أو محدود من المعلومات له طابع « الشيء » .

٢ - **فئة** (٢٨) ، وهى عبارة عن وحدات للمعلومات تجمعها بعض الخصائص تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٣ - **علاقة** (٢٩) ، أى صلة بين وحدات للمعلومات ، تعتمد على متغيرات تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٤ - **نسق** (٣٠) ، أى مركب منظم ، أو بناء

Unit	( ٢٧ )
Class	( ٢٨ )
Relation	( ٢٩ )
System	( ٣٠ )
Transformation	( ٣١ )
Implication	( ٣٢ )
Extrapolarization	( ٣٣ )
Antecedents	( ٣٤ )
Conclusion	( ٣٥ )
Kinesthetic	( ٣٦ )

(※) يطلق اصطلاح ( Kinesthetic ) على الاحساسات التى تؤدى الى معرفة حركات الجسم أو أعضائه ، من خلال العضلات أو الأربطة أو المفاصل أو الأذن الباطنة .



له أثره في منحى الاختبارات وصقلها ، وهذا يمكن من استخدامها في كل من الانتقاء والتنبؤ ( المهني والتربوي ) كما يمكن استخدامها اكلينيكيًا ، وهو ما يطمح اليه كل علم من تطبيق نتائجه ( المرجع السابق ) .

### لتفكير الابداعي والنموذج النظري لبناء العقل :

التفكير الابداعي ابتكار ، والابتكار صورة من صور الانتاج . ويكاد يسود الاتفاق على اننا في الابتكار نبعد عن الاجابات المألوفة ، وبالتالي لا تكون النتائج محددة تحديدا لا تخرج عنه ، مما يشير الى فئة « الانتاج التفييري » التي نضمن عوامل : **الطلاقة ، والمرونة ، والأصالة** ( التي ينظر اليها كنوع من المرونة ) ، **والتفصيل** .

ولما كانت كل انواع الانتاجات ( الست ) ، والموضوعات ( الأربعة ) تدخل في هذه الفئة ، فاننا نستطيع ان نجعل التفكير الابداعي معادلا للانتاج التفييري .

على انه قد تبين حديثا أهمية قدرات « التعديل » او إعادة التحديد ، بالنسبة للتفكير الابداعي . ورغم انها صيغت في « بناء العقل » على انها من التفكير التقريري . فانها تمثل تغييرات او تعديلات في التفكير ، وإعادة تأويلات وحرر من « التثبيت الوظيفي ( ٢٨ ) » في اشتقاق الحلول الفريدة ، لهذا يتوقع أن تسهم فئة « التحويل » في التفكير الابداعي .

نم ان التفكير الابداعي - بالمعنى الواسع - يمكن ان يشمل قدرات أخرى غير قدرات « الانتاج التفييري » ، و « التعديل » او إعادة التحديد . « فعامل » الحساسية للمشكلات « الذي افترض انه ذو أهمية للتفكير الابداعي ، وتبت وجوده ، يتوقع ارتباطه بالتفكير الابداعي

في الخلية الواحدة - على الأقل في كل عمود « سكلي » كما أوحى له بإمكان وجود بُعد رابع يتصل باختلاف طريقة الإدراك ( ٢٧ ) فيما يتصل بالمضمون الشكلي ( Guilford, J. P. 1959. "b" )

### وأهم مميزات « النموذج النظري لبناء

#### العقل » الذي يقدمه جيلفورد ما يأتي :

١ - استيعاب جميع القدرات العقلية الأولية المعروفة في نسق واحد شامل ، على أساس العلاقات القائمة بينها سواء من حيث « مضمونها » ، أو نوع « الانتاجات » التي تمتلأ أو طبيعته « العمليات » التي تجري على هذه المضمونات والانتاجات .

٢ - امكان استخدام هذا النموذج في التنبؤ بعوامل جديدة لم تكتشف بعد - كما كان يستخدم جدول « مندليف » لاكتشاف العناصر في علم الكيمياء - أي استخدامه كمصدر للفروض التي تساعد على كشف عوامل الذكاء الانساني - بالمعنى الواسع - وعلى عزل هذه العوامل ( Hoepfner, R., et al, 1964 )

٣ - يقدم هذا النموذج تعريفا « عامليا » للقدرات العقلية للذكاء الانساني ، يتخلص من التعريف الاجرائي الدائري - الذي يقرر تحصيل الحاصل - الذي قدمه « بورنج Boring » عام ١٩٢٣ ، والذي يذكر فيه أن الذكاء هو ما نقيسه اختبارات الذكاء !

٤ - كما أن التحقق من بعض عوامل هذا النموذج ، يمكن فيما بعد من استخدامها كأدوات في بحوث جديدة تتضمن السمات أو القدرات المكتشفة . لأن ما يكتشف اليوم من عوامل جديدة ، وكذلك الاختبارات التي تقيس هذه العوامل ، يصبح في الغد مفاهيم مرجعية تستخدم في التطبيق السيكولوجي ، مما يكون

Sense modality ( ٢٧ )

Functional Fixidness ( ٢٨ )

### ٥ - السياق الاجتماعي الثقافي للإبداع (٢٩) :

لما كان الفرد لا يعيش في فراغ اجتماعي ، فان العمل الإبداعي ، وان كان يصدر عن أفراد مبدعين ذوي خصائص معينة ، يتأثر بتفاعلات الأشخاص المبدعين مع الآخرين وعلاقاتهم بهم ، كما تتأثر بالسياق الاجتماعي العام الذي يوجد فيه هؤلاء الأشخاص .

ويتكون السياق الاجتماعي من الجماعات الأساسية والفرعية التي ينتمي إليها الفرد والتي يتضمن كل منها نظاما من العقائد والقيم ، الصريحة أو غير الصريحة ، والتي تستجيب لحاجاته المتنوعة ، ويكون له في كل منها مركز (٤٠) معين ، ودور محدد (٤١) .

وقد يساعد السياق الاجتماعي على ظهور الابتكار أو الإبداع ويشجعه ويعمل على إبقائه ، كما قد يؤخر ظهوره ويمنع استمراره ، ولا يشجع إلا على الاتباعية والتقليد .

ونستطيع ان نقسم عناصر السياق الاجتماعي ، التي تؤثر في الإبداع - على أساس « كثافة » تأثيرها على الفرد المبدع - الى نوعين يقعان على خط متصل يمثل كل منهما احد طرفيه :

أ - نوع أولي أو خاص : يتصل بالقوى الاجتماعية التي لها تأثير مباشر على الأفراد المبدعين ، سواء من ناحية تنشئتهم وتربيتهم ، أو من ناحية تقبل نشاطهم الإبداعي ورعايته .

ب - نوع ثانوي أو عام : يتصل بالقوى الحضارية التي تكوين الإطار الاجتماعي والثقافي والسياسي العام بالمجتمع والتي من شأنها ان

مع ان مكانه في نموذج « بناء العقل » ليس في احدى الفئتين السابقتين من القدرات ، اذ يبدو انه ينتمي في « النموذج » الى فئة القدرات التقويمية وانتاجها . بينما يبدو الآن على انه « تضمين » بأن هذه الأشياء مرضية أو غير مرضية . لذا يمكن تفسير هذا العامل - بنفس طريقة تفسير التعديلات - على أساس التحرر من التثبيت الوظيفي .

وهكذا ، فرغم امكان تعريف التفكير الإبداعي ، كمفهوم سيكولوجي ، عن طريق عوامل الانتاج التغيري ، وبعض العمليات الأخرى التي تنتج عنها تغييرات أو تعديلات ، فان عمليات الابتكار - في الحياة اليومية - قد تتضمن قدرات أخرى بطريقة غير مباشرة تختلف باختلاف الظروف .

وعلى هذا لا يمكن حصر التفكير الإبداعي - بصفة نهائية - في جزء معين من أجزاء « نموذج بناء العقل » رغم الأهمية النسبية للقدرات التغيرية لهذا النوع من التفكير . (Guilford, J. P. and Merrifield, P.R., 1960)

عرضنا في هذه الفقرة للقدرات الإبداعية ، الا انه اذا كانت القدرة الإبداعية تعني إمكانية الإبداع ، فان كون الشخص الذي لديه قدرة مرتفعة على الإبداع ينتج فعلا أعمالا إبداعية انما يعتمد على عدد من الظروف من أهمها دوافعه الخاصة وسماته المزاجية التي تساعد ، مع عوامل أخرى - كالبينة النفسية الاجتماعية - على ظهور هذه القدرات أو يؤدي الى طمس معالمها . وهذا هو موضوع الفقرة التالية من المقال .

● ● ●

ولا يشجعه على البحث عن الخبرات الجديدة أو يعوّذونه على عكس ذلك . أى أن من شأن معاملة الآباء أن تؤثر على قدرات الطفل الابتكارية فتنميتها أو تجعلها تضمن . ذلك أنه من المسلمات العامة لعلم النفس الدينامي ، أن عدم تعادل (٤٢) مستويات القدرات لدى الفرد ، ينتج عما لديه من أسس دافعية ، كما ينتج عن الخبرات التي يمر بها في حياته . وقد أجاد التعبير عن هذه الوجهة من النظر « مايمان ، وشافر ، وريابورت » في معرض مناقشتهم للأسس النظرية للفروق بين قدرات الفرد (٤٣) ، حيث يذكرون أن القوى الدافعة العميقة لدى الشخص ، كالحوافز والمخاوف والتوقعات التي تشابك مع هذه الحوافز ، تعرض لأنواع من الضغوط الضابطة أو الكابتة . وأن أنماط الضبط المستخدم لدى الفرد تشكل الخطوط اللاحقة لنموه ، كما تبلور « الأنا » لديه ، وبالتالي فإن لها أثرها على الطرق الأساسية للتوافق والضبط التي تبدأ في مرحلة مبكرة جدا بممارسة أثر انتقائي على الإدراكات والأنشطة والاستجابات والحاجات واتجاهات النمو السيكولوجي للفرد . فمثلا ، قد يكون نمط الضبط عبارة عن اتجاه عام لرفض أى موقف يحتمل أن يكون خطرا وتجنبه ، إلى حد أن هذه المواقف قد تثير لدى الشخص اندفاعات (٤٤) غير مقبولة أو ذكريات اليمة ، ويبدو أن الشخص الذي يتبع هذا النمط للضبط يتبع أسلوب : لا تسمع شرا ، ولا تر شرا ، ولا تقل شرا . وهذا النوع من الضبط قد يعيق الفضول أو اللعب الحر النشط

تيسر الإبداع أو تؤخره ، تساعد على تفبل المبدعين أو مقاومتهم \* .

ونحاول فيما يلي لقاء الضوء على دور كل نوع من نوعي السياق الاجتماعي في علاقته بالإبداع :

### العناصر الأولية للسياق الاجتماعي :

من أهم العناصر الأولية للسياق الاجتماعي :

#### ١ - أساليب تربية الطفل في الأسرة :

أن الشخص الذي يصبح مبدا في رثده ، لا يتصل بالبيئة الاجتماعية الكبيرة إلا بعد أن يعيش فترة طويلة في بيئة خاصة محدودة ، هي الأسرة ، يتلقى فيها من الخبرات ما يعده للاستجابة بطريقة معينة - إيجابية أو سلبية - للخبرات القادمة في حياته .

فالطفل في الأسرة ، مثلا ، يدرّب على تنظيم بعض الوظائف الحيوية ، ويصحب هذا التدريب جوًا انفعالي خاص ، من الحب والتقبل أو التهديد بفقدان الحب أو فقدانه فعلا . ويتعلم الطفل من هذه الخبرات أنه « ممتاز » يستطيع السيطرة على وظائفه ، أو يشعر أنه « سيء » لا يستطيع إنجاز هذه السيطرة . وفي هذه الأثناء ينشأ على الثقة بنفسه وبالآخرين ، وعلى الشعور بأنه يعد لانجاز الخبرات الجديدة ، أو ينشأ على عكس ذلك .

كما أن الآباء قد يعوّذون الطفل على تلقي الحلول الجاهزة لكل ما يواجهه من مشكلات ،

(\*) يفرق « موريس شتاين M. Stein » في مذكرته غير المنشورة عن « الإبداع والسياس الثقافي والاجتماعي Cultural Context of Creativity » بين : قوى اجتماعية وثقافية ، تؤثر في الإبداع كمصادر للأفكار ، كما يكون لها أثرها في تصوير هذه الأفكار ، وقوى اجتماعية وثقافية أخرى تؤثر في بقاء العمل الإبداعي إلا أننا لا يمكننا الأخذ بهذه التفرقة حيث يرجح عدم وجود نوعين « من العوامل أو القوى تؤثر في الإبداع ، بقدر استمرار تأثير بعض القوى - على مر الوقت - في بزوغ التفكير الإبداعي ثم في تطوره واستمراره .

Unevenness. (٤٢)

“ intra - individual difference in abilities ” (٤٣)

impulses (٤٤)

الطريقة . وقدم « جبهارد » أدلة تجريبية تؤيد فرضه ، حيث وجدت تغيرات كبيرة في جاذبية الاعمال عندما يكون كل من التوقع ودرجة النجاح في اتجاهين متعارضين .

وتلعب الاسرة دورا هاما في نشئة الطفل وتدريبه وتشكيل عاداته وقيمه حتى بعد ان يذهب الى المدرسة . واذا كان المعلم المدرسي للطفل يتم خارج نطاق الاسرة ، فان ما يتعلمه من خبرات وافكار جديدة اذا لقي تأييدا من الاسرة فان هذا التأييد يدعم قبوله لهذه الخبرات والافكار الجديدة ، اما اذا لم يلق هذه الخبرات والافكار تأييد الاسرة - او لم يتفق مع ما تعلمه من قيم داخل الاسرة - فان الشخص يقع في صراع عليه ان يحله .

وفي المنزل - ذلك العالم الصغير - تنشأ عن علاقات الطفل باخوانه ووالديه اتجاهات وقيم ، ونكون هذه الاتجاهات والقيم - فيما بعد اساسا لعلاقاته بزملائه وممثلي السلطة من المدرسين والمديرين والمشرفين ، بل وقد تكون هذه العلاقات ، بين الطفل وافراد الاسرة الآخرين ، اساسا لتقبله نموذجا معيناً من الايديولوجيات . فقد وجدت « الزا فرنكل برونشفيك » وزملاؤها ( ١٩٥٠ ) ان الاطفال الذين كانوا خاضعين (٤٧) لآبائهم ، كانوا ايضا متقبلين للايديولوجيات السلطوية (٤٨) .

ويرى عدد من الباحثين النفسيين ان هذا الخضوع اذا بلغ اقصاه ، فان الفرد سيجد صعوبة في المفامرة ، ويظل يتعامل فقط مع ما نبتت صلاحيته ويتجنب كل ما هو جديد .

والاستكشاف الفعال لطرق جديدة لتحقيق الذات ، اماقة بالفة ، بينما قد تزداد وظائف اخرى مثل تعلم الطريقة « المناسبة » للسلوك وفي هذه الحالة نتوقع ان تنعكس آثار واسعة المدى لهذا النمو الانتقائي على تفاوت مستوى تحصيل القدرات والوظائف المختلفة . اما في حالة اختلاف نمط الضوابط فانه يتوقع ان يختلف بالتالي انماط المهارات والقدرات والوظائف .

وبناء على هذا يفترض انه يوجد في النمو العقلي السوى تعادل (٤٥) بين مستويات القدرات في اتجاهات مختلفة . وانه عندما يحدث اختلال للتوافق الوجداني تؤثر ظروف تتصل بالدافع او الميل في نمو القدرات في اتجاهات معينة ، مما يخل باستواء القدرات او تعادلها .

وتتقدم نظرية التعلم بأساس اعم وادق ، من الناحية المنطقية ، للآثار التكوينية (٤٦) للدافع على نمو الاستعدادات او القدرات . فهي ترجع المسألة الى وجود مكافآت في التعليم ، او عدم وجود مكافآت على أداء مختلف انواع الاعمال .

وقد افترض « جبهارد » ان جاذبية الاعمال تزداد عندما ينجح فيها الفرد ، سواء توقع ان ينجح فيها او لم يتوقع . وان هذه الجاذبية تقل عندما يتوقع الفرد النجاح ثم يفشل وقد توقع « جبهارد » ان تعمم الآثار ، من حيث زيادة الجاذبية او قلتها ، على الاعمال المشابهة ، او بعبارة اخرى على فئات الاعمال المشابهة ، وان تكرر مثل هذه الخبرات من شأنه ان يساعد على تقوية الميل التي نشأت بهذه

eveness ( ٤٥ )

genetic ( ٤٦ )

submissive ( ٤٧ )

authoritarian ( ٤٨ )

## ٢ - الخبرات التربوية في المدرسة :

التي كثيرا ما يؤدي استمرارها الى عدم ثقة التلاميذ في انفسهم ، وخفض روح المخاطرة لديهم ، او تشويه قدرتهم على التعليم بطرق مبتكرة غير ملقنة ، بعد تكرار الآخرين تسخيف طريقهم في التفكير الابتكاري . بل ان بعضهم قد يصل به الامر ، بعد قمع حاجاتهم الى التفكير الابداعي ، الى نوع من الصراع العصا بين حاجته الى تحقيق ثفته من خلال التفكير الابداعي ، وبين حاجته الى اكتساب احترام جماعة الفصل او المدرس من خلال التخلي عن التفكير الابداعي . ورغم ما يشاع بين العلاقة الايجابية بين الابداع والمرض النفسي ، فانه من الثابت الآن أن الاضطرابات النفسية تحد من طاقات الابداع لدى الافراد (٤٩) .

وقد اجريت عدة دراسات تبين منها ان المدرسين يضيّقون بالتلاميذ ذوى الافكار والحلول المبتكرة ، كما اجريت عدة استفتاءات لدراسة تصور المدرسين للتلميذ النموذجي في عدد كبير من بلاد العالم وهذا التصور لنموذج التلميذ هو طبعاً ما يحاولون تأكيده من خلال تصرفاتهم مع تلاميذهم . وقد تبين من هذه الاستفتاءات ان صورة التلميذ المثالي لدى المدرسين لا تتفق غالباً مع صفات التلميذ المبدع ، بل تتفق مع نماذج السلوك التي تتمثل في الاتباعية للآخرين ومراعاة آرائهم ، وتقل غالباً سمات تأكيد الذات والاستقلال وعدم الاتباعية للآخرين وروح المخاطرة والمنافسة ( Terran's Comparative Ranking of Ideal Child, 1971).

مما يؤكد أهمية إعادة التخطيط لتغييرات جذرية لسياسة التربية والتعليم بطريقة تجعلها تستثير امكانيات الابداع لدى التلاميذ بدلاً من ان تقمعها

(Taylor, C. and Williams. F. E., 1966)

ان نوع الخبرات التي يتعرض لها الفرد في المدرسة ، يكون له اثره على الابداع . فهذه الخبرات التربوية لا تؤثر فقط على المواد التي يتعلمها التلاميذ ، بل وتؤثر كذلك - بطريقة ايجابية أو سلبية - على اتجاهات التلاميذ نحو المواقف الجديدة للتعلم في المستقبل . فقد تؤكد طريقة التعليم أهمية التلفين والحفظ والتكرار للتراث القديم ، ولا تعنى بتنمية المبادأة والأصالة ، بل قد تعاقب عليهما . وعلى العكس من ذلك ، قد تؤكد طريقة التعليم ان الماضي ان هو الا لبنية لبناء المستقبل ، ومن ثم يشجع التلاميذ على الابتكار والأصالة ولعل هذا يبرر ما تلفاه بحوث تنمية القدرة على الابداع ودوافع الابداع لدى التلاميذ في مراحل التعليم المختلفة ، كموقف التعليم داخل الفصل او خارجه ، او من خلال طبيعة العلاقة بين المدرسين والتلاميذ ذوى القدرات الابداعية المرتفعة . وتهتم كثير من البحوث التربوية الحديثة بتحقيق اكبر قدر من التوافق ، لدى التلاميذ المبدعين . ومع انفسهم ، لتقبل انفسهم كمبدعين تختلف آراؤهم او طرق تفكيرهم عن معظم زملائهم . ومع زملائهم ومدرسيهم ، للانفتاح على أوجه الجودة والامتياز في آرائهم وتصرفاتهم ، ولتحقيق نوع من العلاقات الاجتماعية المتوازنة غير المبالغ فيها من حيث الاعتماد على الآخرين وسدة الاختلاط بهم ، أو من حيث الاعتزال عنهم

( Torrance, P. E., 1962, P. 143-144 )

كما تهتم بعض البحوث بطرق حماية المبدعين من ضغوط باقى اعضاء الجماعة وحيثاً من المدرسين - التي توجه ضد تمايزهم وافتراقهم عن بقية زملائهم . تلك الضغوط

( ٤٩ ) نرجو ان تتناول موضوع « شخصية المبدع » وسماته الإيجابية والسلبية والعلاقة الخصبة بينهما في مقال تال ( انظر الان ، كتاب : عبد الحليم محمود « الابداع والشخصية » ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧١ ، البابين الثالث والرابع ) .

## ٣ - الجماعة السيكولوجية (٥٠) :

والجماعة السيكولوجية - اى الجماعة الصغيرة غير الرسمية التى تربط افرادها روابط عاطفية ومهنية - لها اهمية كبيرة فى عملية الابداع ، ذلك ان اتمام العمل الابداعى وحده لا يكفي ، اذ ان الشخص المبدع يحتاج فى بداية الامر دائما الى تقديم عمله الى جماعته تعترف بهذا العمل وتقومه . لهذا فان كل مبدع ، ايا كان مجال ابداعه ، شعرا او فنا او علما ، يلتف حوله شخص او اكثر ممن يكونون « جماعة » سيكولوجية له ، تشد أزره وتخفف عزله ، ويجد لديها صدى عمله فى جو من الأمان النفسى يمكنه من الكشف عن جوانب اخرى فى مجال ابداعه .

ويوضح اهمية « الآخر موضع الثقة » ما يذكره الدكتور مصطفى سوييف - فى دراسته للاسس النفسية للابداع الفنى - فى الشعر خاصة ، من أن حركة الشاعر فى ابداع القصيدة لا تتم ببلوغه البيت الاخير منها ، بل يخطو خطوة بعد ذلك بأن يعرضها على « آخر » قد يكون صديقا عزيزا يتقن تذوق الشعر ، أو ناقدا مبجلا يحدده الموقف الخاص للشاعر المهم ان حركته هذه نحو الآخر ، ذات دلالة دينامية هى بناء « نحن » لأن رضا الآخرين عن العمل معناه انهم قد اصبحوا اقرب اليه مما كانوا من قبل (سوييف ، ١٩٥٩ ، ص ١٤٥) .

وعلى هذا الاساس يمكن تفسير اتخاذ « فرويد » لـ « قلهم فليس W. Flies » صديقا له يؤنس ويخفف آثار عزله العلمية . وكذلك يمكن تفسير اتخاذ الخليل بن احمد - واضع علم العروض فى الشعر العربى - لابي المعلى صديقا ورفيقا . ونستطيع ان نجد « آخر » يقوم بدور السند النفسى ، لدى كل مبدع فى الشعر وفى الفن او فى العلم ، بل وقد يوجد فى سيرة الرسل ما يؤيد هذه الظاهرة

- مثل ابي بكر لسيدنا محمد عليه الصلاة والسلام ، ومثل الحوارين للسيد المسيح عليه السلام ، وهارون لموسى عليه السلام .

ووجود آخرين يتفهمون ما يصدر عن الشخص المبدع ، يميز المبدع الذى يحاول توصيل افكاره الى الآخرين عن الهستيرى الذى يحوّل خيالاته وصراعاته الى حركات تمثيلية استعطافية دون اعتبار لطريقة ادراك الآخرين لها ، وعن العصاى القهرى ، الذى يصدر عنه من التصرفات ما يدفع الى القول بأنه ينشئ لنفسه دينا خاصا به ، وعن المصاب بالبارانويا وهذائه غير المطابقة للواقع التى لا تصمد للاختبار ، والتى تشبه فى ظاهرها ما يصدر عن الشعراء والفلاسفة واصحاب الاديان ، وان كان هؤلاء يخاطبون اعدادا من الناس تفهمهم .

## ٤ - الموقف الاجتماعى المباشر الذى يعمل فيه الفرد :

على الرغم من قلة الدراسات التجريبية فيما يتصل بعلاقة مجالات السياق الاجتماعى بالابداع ، بوجه عام ، فقد اجرى فى مجال الموقف الاجتماعى المباشر الذى يعمل فيه الفرد ، عدد كبير نسبيا من البحوث ، وخاصة فى معامل البحوث الصناعية - وذلك لتعرف الظروف التى تساعد على الابداع لدى مجموعات الباحثين .

فى بحث أجراه « دونالد تيلور D. Taylor » فى معمل كبير للبحوث يضم عاملين فى مجال الفيزياء والكيمياء والرياضيات والهندسة ، تمت مقابلة رؤساء اثنى عشر قسم من أقسام البحوث المختلفة ، وعينة من مساعديهم ممن لديهم خبرة طويلة فى البحث والاشراف على الباحثين - وكان أحدهم يشرف على مائة عالم ومهندس . أجمع كل من تمت مقابلتهم تقريبا ، على أن أهم عامل فى انتاجية

**مع الجماعة المباشرة ، وكان رئيسهم شخصا ضئيل المواهب أو غير فدير ، فإن أداء الرؤوسين عندئذ ينسجم بالانخفاض .**

كما تبين من بحث آخر قام به « پلز » أيضا عن اثر العلاقة مع الزملاء في الاداء ، طلب فيها من مجموعة من العلماء تحديد أهم خمسة زملاء - من غير المشرفين - بالنسبة لكل منهم ومتوسط احتكاك كل منهم بهم . وقد امكن قياس التشابه والاختلاف بين قيم كل عالم وقيم زملائه بعدة طرق ، منها تقديره لميوله وقيمه ، فاذا كان الشخص ذا ميول علمية وزملاؤه مثله ، حصل على درجة كبيرة في التشابه ، اما اذا كان الشخص ذا ميول علمية وكانوا هم ذوى ميول ادارية ، فانه يحصل على درجة ضئيلة في التشابه . وقد أسفر هذا البحث عن ان العلماء الذين يشبهون زملاءهم شبا كبيرا ، ويتصلون بهم مرة أو مرتين في الاسبوع ، يحققون أكبر قدر من الاداء ، وارتبطت زيادة الاتصال بالزملاء - في حالة التشابه في الميول والقيم بهبوط الانتاج ، اما العلماء الذين يتصلون بزملاء يختلفون عنهم في قيمهم ، فان الاتصال اليومي ارتبط بأعلى قدر من الاداء . وهكذا فان الاتصال وحده لا يرتبط بالاداء ، ولكن الارتباط يظهر عندما نضع كلا من نوعي الاتصال والاداء في الحسبان ، ويميل « پلز » الى تفسير هذه النتيجة ، بأن العالم اذا وضع مع مجموعة لا تشبهه ، فانه يحتاج الى قدر من الاحتكاك لكي يعبر هوية الاتصال . بينما اذا وضع مع مجموعة من الزملاء تشبهه ، فانه لا يكون في حاجة الى الاحتكاك الدائم بهم ، لأن مثل هذا الاحتكاك قد يؤدي الى التشتت .

الا ان « پلز » يذكر ان باحثا آخر هو « شبيارد (Shepard) » قد توصل ، عام ١٩٥٤ ، في مجال الصناعة الى نتائج مختلفة ، هي أنه - بوجه عام - كلما ازداد الاتصال ارتفع

العاملين في اقسامهم وفي ابداعهم هو : العلاقة التي توجد بين الباحث او المهندس وبين المشرف المباشر عليه ، اى المشرف الذى يحدد له الجو الذى يعمل فيه ، والذى من شأنه ان يساعد على استقبال الافكار الجديدة . ووصف بعضهم هذا « الجو » بأنه يتميز باتساع الباحث بحرية الخطأ النزيه ، الذى ينتج عن الجهد المخلص فى السعى لانجاز العمل ، دون نقد أو تأنيب .

ومن دراسة - قام بها اعضاء هيئة البحوث الاجتماعية بجامعة ميتشيجان - للعلماء امكن التوصل الى نتائج هامة تتصل بنوع الاشراف المرتبط بالانتاج العلمى المرتفع . حيث تبين انه لا يمكن التعميم على جميع الباحثين ، لأنه بينما ارتبطت كثافة العلاقات بين صفار الباحثين والمشرفين عليهم بزيادة الانتاج العلمى ، فانه لم توجد لدى كبار الباحثين علاقة بين كثافة تفاعلهم مع رؤسائهم وبين ادائهم لعلمهم .

وفيما يتصل بمقدار ما يتاح لصفار الباحثين من فرصة اتخاذ قرارات تتصل بمشكلات البحث ، تبين - من هذا البحث ان اعلى اداء يوجد حيث يوجد قدر من التفاعل بين الباحثين والمشرفين عليهم ، بشرط ان يكون لهؤلاء الباحثين الصغار حرية اتخاذ القرارات ، اى ان الرئيس فى هذه الحالة يحث الباحث ويشجعه ، ولا يقوم بتوجيهه ( المرجع السابق ) .

وقد تمكن پلز D. C. Pelz من خلال بعض البحوث فى مجال الصناعة من التوصل الى نتيجة تتصل بعلاقة « التوحد مع الجماعة » بالاداء العلمى لدى مجموعة من العلماء وهى انه عندما يكون لدى الافراد شعور بالانتماء الى الجماعة المباشرة ، ويكون رئيس هذه الجماعة فديرا ، فإن مستوى اداء الرؤوسين ينسجم بالارتفاع ، اما اذا كان لدى الافراد توحيد كبير

الاداء . الا ان هذا التناقض بين النوعين من النتائج يمكن حله بمعرفة اكثر بطبيعة العمل واهداف المؤسسة ، اذ يمكن افتراض انه يوجد في كل من الموقعين قدر من الاتصال بالآخرين ، الا ان المقدار الأمثل (٥١) للاتصال اللازم لأحسن اداء ، قد يكون اقل في انواع النشاط الفردي منه في انواع النشاط التعاوني ( نفس المرجع السابق ) .

ولا شك ان نجاح الفرد في شغل الادوار التي يتوقع منه القيام بها في مجال عمله وادراكه لطبيعة هذه الادوار ، يحدد الظروف التي يبدع فيها .

وقد اكد « شتاين » ، بناء على دراساته للكيميائيين في البحوث الصناعية ، الفروق بين الادوار التي يتوقع ان يشغلها الفرد ، فما يتوقع من الكيميائي في دوره كعالم يكتشف قوانين بعض الظواهر ، ويوصلها للآخرين ، يختلف عما يتوقع منه في دورة كمهني يخضع لنظام الشركة التي تقف منه موقف الحامي والعميل ، فتمنع نشره لاختراعاته قبل تأمين حقوقها ، وعليه بناء على هذا الدور ان يركز اهتمامه فيما هو عملي تطبيقي ، وان ينكر ذاته لان اختراعاته ستنسب الى الشركة او الى المؤسسة ، وان يستطيع توصيل افكاره للاداريين الذين يعدون من العوام في تخصصاته ، وان يكون دائم الاهتمام بما ينفع شركته . وهذا غير ما يتوقع منه كموظف يكون لديه وعي مالي ويتوقع منه ان يظهر تقدما في الانتاج ، وان يدخل في حسابه تكاليف البحث منذ تخطيطه حتى مرحلة الانتاج ، وان يقدر ما سيجلبه هذا البحث الى خزانة الشركة ، كما ان عليه ان يقبل وضعه الوظيفي ولا يحتقر السلطات الادارية ، بل يتوافق معها ويتجنب الصراعات . ورغم ما يتطلبه البحث من استقلال ، فان

الباحث ( كموظف ) جزء من مجتمع الشركة او المؤسسة التي يعمل بها ، وتنطبق عليه قواعد هذا المجتمع ، ولهذا فهو يطيع القواعد العامة المتبعة ، كالانتظام في الحضور ، والتواجد بالعمل عددا معينا من الساعات ، على انه مع هذا الانتظام قد يتطلب الامر احيانا قدرا من المرونة في حرفة التنفيذ ، اذ قد يحتاج الى ايقاف ما يعمل به من اجل الاستعانة بشخص آخر ، او اعانة شخص آخر ، او حل مشكله طارئ في العمل . وهذا يختلف عن دوره الاجتماعي لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من علاقاته برؤسائه ومرؤوسيه ، ويختلف هذا الدور باختلاف الوضع بالمؤسسة ، واذا كانت الادوار السابقة مكتوبة او منطوقة فان الدور الاجتماعي لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من واقع خبراته او من بعض المقربين . والقيام بالدور الاجتماعي بطريقة ملائمة ضروري لاقامة اتصالات تسهل عمل الشخص ، مما يمكنه من ان يكون مبدعا . ويذكر « شتاين » عشر خصائص او توقعات تتصل بالدور الاجتماعي للشخص ، لا يحققها جميعا شخص واحد ، وان كان الاشخاص الناجحون يحققون معظمها وهي :

- ١ - تأكيد الذات (٥٢) دون عدوانية .
- ٢ - معرفة الرؤساء والمرؤوسين كأشخاص ، مع عدم الاختلاط بهم كأشخاص .
- ٣ - « الانفراد » في العمل ، ولكن مع عدم العزلة والانسحاب وعدم الاتصال بالآخرين .
- ٤ - ان يكون داخل العمل « أنيسا » ولكن ليس اجتماعيا .
- ٥ - ان يكون خارج العمل اجتماعيا وليس ودودا .

Optimum ( ٥١ )

Assertiveness ( ٥٢ )



### التقليل من التقويم والنقد في المراحل الاولى للإبداع يزيد من فرص ظهور افكار ابداعية :

وقد حاول بعض الباحثين اتباع بعض  
الطرق لتسهيل عملية التفكير الابداعي ، ومن  
اهم الطرق التي اتبعت لهذا الغرض الطريقة  
التي يطلق عليها اسم « المفكرة » (٥٣) على  
أساس انها تعتمد على تبادل التنبيه بالافكار  
بين أعضاء جماعية صغيرة . أو  
الاسترسال (٥٤) وتقوم هذه الطريقة على  
أساس افتراض ان التقويم والنقد في المراحل  
المبكرة من عملية الإبداع يكف الافكار ، وبالتالي  
فان الفصل بين النطق بالفكرة وبين تقويمها  
يؤدي جوا متسامحا خال من النقد ، مما  
يسهل ظهور عدد أكبر وأجود من الافكار ،  
تتم عملية تقويمها فيما بعد . ويطلق على هذه  
الطريقة التي تعتمد على اطلاق العنان للافكار  
اذا استخدمها احد الافراد « مبدأ تأجيل  
الحكم » (٥٥) .

ورغم ان التدريب على طريقة « المفكرة »  
وتأجيل الحكم على الافكار او تقويمها ونقدها  
يؤدي الى زيادة الافكار الجيدة التي ينتجها  
الافراد - على الاقل فيما يتصل بمشكلات  
معينة ( مثل تلك التي تقدمها اختبارات  
جيلفورد للإبداع ) ، كما تدل على ذلك بحوث  
« بارنز وميدو »

(Parnes, S. J. & Meadow, A. 1959, 1960  
Meadow, A. et al, 1959 ,, a ,, b )  
فان نتائج استخدام « الجماعات الصغيرة »  
لهذه الطريقة ، متعارضة وغير منتظمة ، مما  
يبرز أهمية البحوث التجريبية الدقيقة التي  
تمكن من تقويم كفاءة هذه الطريقة وتحديد  
أساليب الافادة منها في الجماعات « الصغيرة ».

٦ - « يعرف مكانه » مع الرؤساء ، دون  
خجل او تذلل او خضوع او تسليم اعمى  
بما يقولون .

٧ - يتوقع منه ان « يعبر عن رايه » دون  
تحكم .

٨ - قد يتصف بالحنق او اللباقة ،  
عندما يحاول الحصول على شيء ، كمزيد من  
الاعتمادات او العاملين معه ، ولكنه لا يتصف  
بالمكر والاحتيال .

٩ - يتصف في كل علاقاته بأنه مخلص  
وامين ، وذو هدف ودبلوماسي ولا يقبل  
« القطع » او عدم المرونة او الميكافيلية .

١٠ - يتصف في المجال العقلي بالاتساع  
دون ضحالة ، والعمق دون حذقة ، والصرامة  
او الدقة دون مبالغة في النقد .

وفي دراسة قام بها ناب R. W. Knap لتحديد  
خصائص الاقسام المنتجة - العلماء بخمس  
عشرة جامعة امريكية بانتاجها للعلماء ، بحثت  
العلاقة بين انتاج اقسام العلوم - للعلماء ،  
الذين كانوا عند اجراء البحث قد حصلوا على  
درجة البكالوريوس او الدكتوراه فيما يتصل  
بالطابع التعليمي والروح المعنوية للقسم .  
وقد كان من اكثر العوامل التي أظهرت ارتباطا  
مستقلا له دلالتة « روح الجماعة الواحدة  
esprit de corps » للقسم كما تتبدى في  
دفع العلاقات والاتصالات الانسانية ، مع  
صرامة المعايير الاكاديمية التي تتطلب بيئة  
عقلية خاصة . اى ان القسم الناجح كان  
يتميز بدفع العلاقات ، ولكنه كان كذلك  
يتطلب معايير اكاديمية وبيئة عقلية خاصة .

Brainstorming ( ٥٣ )

Synetics. ( ٥٤ )

Principle of deferred judgment. ( ٥٥ )

من الحلول الجديدة . ولما كانت المجموعات التي عملت في ظروف « نقد مشددة » تقدمت بنسبة من الحلول اقل مما تقدمت به المجموعات التي عملت في ظروف نقد مخففة ، فقد استنتج « بارلوف وهاندلون » ان طريقة المفكرة تنتج افكارا جيدة اكثر ، لانها تسمح للشخص ان يترك مسئولية الحكم على افكاره للآخرين .

### اما زاوية الاهتمام الثانية :

فتتصل بمقارنة استخدام طريقة « المفكرة » مع تأجيل الحكم على الافكار في بداية عملية الابداع باستخدامها لدى كل فرد على حدة .

ففي تجربة قام بها « دونالد تيلور » ، ويرى ويلوك عام ١٩٥٨ ، قدمت ثلاث مشكلات الى ٩٦ طالبا من طلبة جامعة « ييل Yale » مقسمين الى نصفين ، وزع افراد احد القسمين الى ٢١ مجموعة تجريبية كل منها من اربعة اشخاص يشتركون في حل المشكلات مستخدمين طريقة المفكرة ، اما افراد القسم الاخر فقد طلب منهم « الاسترسال » في افكارهم التي تتصل بالمشكلات بطريقة فردية . ثم وزعوا بعد ذلك على المجموعات الاثنتي عشرة ، بطريقة عشوائية . وقد اطلق على افراد القسم الثاني اسم « المجموعات الاسمية » (٥٩) . وفي نهاية البحث ، تبين ان « المجموعات الاسمية » - التي استرسل افرادها في حل المشكلات بطريقة فردية - انتجت ضعف ما انتجته المجموعات الفعلية .

وقد اتبع « بارنر S. J. Parnes » في بحثه المنشور عام ١٩٦٣ ، نفس التصميم التجريبي

ونستطيع تصنيف جوانب الاهتمام باستخدام طريقة المفكرة في « الجماعات الصغيرة » الى زاويتين :

### الاولى :

هي مقارنة انتاج الجماعة من الافكار عند استخدامها لهذه الطريقة ، وعند عدم استخدامها على اساس الاعتقاد بأن استخدام هذه الطريقة يخفف من معايير التقويم في الجماعة ، مما يترتب عليه زيادة انتاج الافكار الجيدة .

وقد قام « بارلوف وهاندلون Parloff, M.B. and Handlon, J. H. » بتقديم عدد من المشكلات الى « ازواج » (٥٦) من الاثلاث لحلها . وقد قسمت ظروف الحل الى نوعين :

**الاول :** يتصف بدرجة للنقد عالية او مشددة (٥٧) .

**والثاني :** يتصف بدرجة للنقد منخفضة او مخففة (٥٨) .

وقد سجلت مناقشات البحوث والحلول التي توصلن اليها ، ثم طلب الى كل اثنتين ان تقدم ما توصلتا اليه من حلول ، في صورة مكتوبة ، بعد نقدها وتقويمها .

وبعد تصنيف الحلول المقدمة ، تبين ان المجموعة التي عملت في ظروف النقد المخففة انتجت من الافكار عددا اكبر - سواء من ناحية العدد المطلق او من ناحية الجودة . مع ملاحظة ان المجموعة التي عملت في ظروف النقد المشددة انتجت ، اثناء نقاشها ، عددا اكبر

Dyads	( ٥٦ )
High — critical condition	( ٥٧ )
Low-critical condition	( ٥٨ )
Nominal groups	( ٥٩ )

وان الجماعة تؤثر غالبا ، بالكف ، على اداء أحسن الاعضاء .

#### ٥ - الجماعات المتوسطة (٦١) :

تتوسط بين الفرد المبدع والمجتمع الكبير جماعات تتكون من أعضاء المنظمات العلمية او المهنية والنقاد ، وأمناء المتاحف ، واللجان العلمية والفنية ، ومجالس ادارات المؤسسات العلمية والصناعية ... الخ ، وتلعب هذه الجماعات أدواراً حاسمة بالنسبة لعملية الابداع . فهي من ناحية تزود المبدع بتقويم مدروس لعمله مما قد يفيد ، ومن ناحية أخرى تستخدم كمرشحات انتقائية ، يترتب على قراراتها وتقويماتها تزويد بعض الأفراد بالعون والاعتراف بعملهم ، بينما قد تمنع هذه الجماعات الاعتراف والعون عن آخرين ، لهذا فان قرارات هذه الجماعات ذات أهمية عظيمة بالنسبة للابداع . ذلك ان هذه الجماعات المتوسطة يكون لها تأثيرها في تكوين الراى العام وعلى خلق أسواق للعمل الابداعي ، وفي اسراع تقبل الجمهور للمبدعين . ولما كان تقبل الجمهور يرتبط في كثير من الاحيان بالشهرة والشيوخ أكثر من ارتباطه بالابداع ، فان عدم تأييد هذه الهيئات للمبدعين يؤثر في مستقبلهم وتقدمهم وفي فرص تنمية ابداعهم . فهذه الجماعات المتوسطة لها اثرها على الابداع لانها قد تخلق جواً ، او تفرض بناء اجتماعيا ، معارضا يستنفذ من الفرد المبدع طاقات كان يمكنه استخدامها في حل المشكلات التي تواجهه في مجال ابداعه . كما انها عندما تتقبل الانتاج الابداعي تمد الشخص بتأييد سيكولوجي غاية في الأهمية ، لان قبول هذه الجماعات للانتاج الابداعي واعترافها به يدل على تقبلها للحاجات التي دفعت الشخص المبدع الى الانحراف عن المألوف ، وعدم تقبل الانماط الشائعة

الذى اتبعه « تيلور وزملاؤه » ، وان اختلفت - لسوء الحظ - نماذج المشكلات المستخدمة ونوع صدقها او التحقق منها . وتوصل « بارنز » من هذا البحث الى عدم وجود فروق ذات دلالة بين المجموعات الاسمية والمجموعات الفعلية ، وان مالت النتائج الى صالح المجموعات الفعلية .

وفي عام ١٩٦٤ ، حاول « دونيت » (M. D. Dunnette) ادخال تعديلات على تصميم تجربة « تيلور وزملائه - ١٩٥٨ » ، فبدلا من استخدام مجموعات خاصة مصطنعة ، اعد مجموعات من علماء وعاملين بالاعلان ، سبق ان عملوا مع بعضهم البعض - لاحتمال ان يكون لهذا اثره في تحسين انتاج الجماعات على انتاج الافراد . ثم حاول « دونيت » زيادة الضبط التجريبي بأن جعل الاشخاص جميعا يعملون في كل من المواقف الفردية والجماعية مستخدمين في هاتين الحالتين طريقة « المفكرة » مع تأجيل الحكم والنقد .

وقد تبين من نتائج هذا البحث ان مجموع الحلول التي انتجها الافراد جميعا وهم « فرادى » أكثر - بمقدار الثلث - مما انتجوه وهم في جماعات . أما من حيث « جودة » الافكار ، فلم يوجد لدى العلماء فرق - ذو دلالة احصائية - بين انتاجهم فرادى وانتاجهم كجماعات . أما رجال الاعلان ، فقد ادى نشاطهم الفردي الى افكار أكثر جودة من نشاطهم في جماعات .

وانتهى « دونيت » الى ان طريقة « المفكرة » تكون أكثر فعالية عندما يستخدمها الافراد الذين يعملون في جوف خال من الآثار الكافة (٦٠) الناتجة عن تفاعل الجماعة . وهذا يؤكد ما قدمه « توكمان ولورج Tuckman, J. & Lorge, 1. » من بيانات تثبت ان اداء الجماعة قلما يتجاوز الاداء الفردي لاحسن الاعضاء ،

Inhibiting influences. (٦٠)

The Intermediate groups (٦١)

يسهل الاتصال بين الناس ، ويجعل من السهل عليهم التعرف على الصور الجديدة للأشياء والأفكار وطرق الحياة ، وتكوين وجهات النظر نحوها ، كما يسهل عليهم تناول الأدوات المادية مما قد يدفعهم الى التفكير .

## ٢ - الاتجاه الفلسفى للحضارة (١٢) :

ويشمل الاتجاه الفلسفى للحضارة - بالمعنى الواسع - الصياغات العلمية والفلسفية والدينية التى تتبناها المجتمعات ازاء تصور الانسان ، ومعنى سلوكه ، وعلاقته بالكون ، والله وبزملائه الأدميين ، كما تشمل القيم التى تؤثر فى طريقة حياة الانسان .

وتساعد هذه الاتجاهات الفلسفية العامة للحضارة الانسان على أن يجد مكانه فى البيئة وعلى أن يشعر بالطمأنينة ، كما أنها تكون بمثابة الاطار المرجعى لاختبار البيانات الجديدة وتقويمها وتناولها . وتتضمن هذه الاتجاهات الفلسفية العامة تقديراً - صريحاً أو ضمنياً - يضيف على بعض أنواع النشاط قيمة كبيرة مما يشجع الاشخاص على ممارستها لأنها ستؤدى بهم الى « حياة جيدة » فى المجتمع ، كما تضيف على أنواع أخرى من النشاط قيمة ضئيلة أو تحرمها . ويدعم هذا التدرج ، فى قيمة أنواع النشاط المختلفة ضغوط اجتماعية عديدة .

وتؤثر الفروق فى القيم المرتبطة بمختلف أنواع النشاط فى المجالات التى يمكن ان يظهر الابداع فيها . فمثلاً قد تضيف حضارة معينة قيمة كبيرة على التفلسف والتأمل النظرى ، بينما تقلل من شأن الأعمال الحرفية او التى تتطلب مجهوداً جسيماً كما كان الحال لدى اليونان ، فى حين تضيف حضارة أخرى قيمة كبرى على كل ما له فائدة عملية واضحة كما كان الحال لدى الرومان فى الماضى والأمريكان فى الحاضر ، وقد عانت أوروبا فى العصور الوسطى المظلمة من الجهل بالظواهر الطبيعية

وغزو المجهول . وبهذا تعبر الجماعة عن التشابه بل التوحد بين رغباتها ورغبات الشخص المبدع . وهى بهذا تشترك مع الفرد المبدع - بمعنى من المعاني ، فى عملية الابداع ، لأنها عندئذ تتقبل الانتاج الابداعى على أنه يعبر عن بعض حاجاتها ويقول ما كانت تريد الجماعة أن تقولها ولكنها عجزت عن قوله . فضلاً عن ان الانتاج الابداعى قد يعطى اتجاهها جديداً للتجربة ولسلوك الجماعة .

ونظراً لأهمية هذه الجماعات المتوسطة فى تشجيع الابتكار أو العقاب عليه فإن عدداً كبيراً من المجتمعات الحديثة التى تحرص على تنمية الابداع لدى ابنائها ، اتخذت من الضمانات ما يوفر وجود عناصر شابة من المبدعين داخل هذه الجماعات واللجان بالإضافة الى وضع معايير للاختبار تشجع التجديد لدى المواهب الابداعية الاصلية .

## ب - العناصر الثانوية او العامة للسياق الاجتماعى :

ومن أهم العناصر العامة للسياق الاجتماعى التى تؤثر على الابداع :

### ١ - البيئة الطبيعية والموقع الجغرافى :

تؤثر البيئة الطبيعية تأثيراً غير مباشر على الابداع ، بما تحويه من أنواع المصادر الطبيعية ومقاديرها ، مما يؤثر فى أنواع الانتاج وأدواته والأشكال التى يتخذها . فما يتوقع من نماذج ابداعية للمنازل فى مجتمع قائم على البر ، غير ما يتوقع منها فى مجتمع محاط بالبحر ، وما يتوقع فى مجتمع صحراوي ، غير ما يتوقع فى مجتمع زراعى . الخ

كذلك فإن الموقع الجغرافى يؤثر فى عملية الاتصال ، فمثلاً عدم وجود عوائق طبيعية

جهود ، في مجال إبداعه ، لولاها لما أمكن لهذا الانتاج الإبداعي أن يتم . ويذكر « أوجبرن Ogburn, W. F. » أن ١٢ شخصا ساهموا في تنمية الآلة البخارية بين عامي ١٦٠٥ و ١٧٨٥ عندما أعطاها « وات Watt » صورتها المميزة . وينتهي « أوجبرن » من هذا الى انه رغم عظم شأن « وات » ، فان اتمام الآلة البخارية لم يكن وقفا عليه وحده بالذات ، لأنه من غير المعقول ان ننصور عدم حدوث الثورة الصناعية اذا كان « وات » قد توفي في طفولته . ويذكر انه توجد أمثلة عديدة « لاستعداد » الحضارة للتطور المبدع ، وأبرز مثال على هذا نزامن الاختراعات ( الاكتشافات ) التي يتوصل اليها ، في وقت واحد ، باحثون مستقلون في مناطق متفرقة . ويصل ما يحصيه « أوجبرن » من هذه الحالات الى « ١٤٨ » حالة ، مما يدل على أن الكتشوف والاختراعات محدود بالحضارة ، وانه لم يمكن التنبؤ بظهورها في وقت محدد ، فان ظهورها لا مفر منه .

ويتصل ايضا بالمستوى المتاح من الحضارة مقدار ما يقدم - في المجتمع الحديث - للباحثين بالدول المختلفة من فرص الاطلاع على أحدث المجالات والكتب العلمية، وتيسير مهمة الاتصال بأقطاب العلم في جميع انحاء العالم ، عن طريق الزيارات والندوات والمؤتمرات . . الخ .

ويتصل « بمستوى التقدم الحضارى » ، ما تتيحه بعض الاختراعات الجديدة من فتح مجالات جديدة للبحث أو التمكين من كشوف جديدة ، وهنا نذكر ما أسنده وجود الميكروسكوب والتليسكوب والسبيكترو سكوب (٦٥) والأدوات الكهربائية والكيميائية الأخرى ، من تقوية لقدراتنا على معرفة بيئتنا

وعدم الاصاله في العلم ، لاصطباغ المعرفة عندئذ بالطابع المدرسي حيث كانت الجهود تتركس في دراسة كتب المنطق والميتافيزيقا دون ملاحظة الطبيعة .

وبؤر الاتجاه الفلسفى السائد في تفويم الصياغات والنظريات الجديدة ، وفي تقبلها أو رفضها . فقد كان من السهل على اليونان نقبل الصورة التي قدمها « بطليموس » عن العالم ، لأن فلاسفتهم كانوا يعدون الحركة الدائرية والفلك الدائري هما ما يمكن وصفهما بالبساطة والطبيعية ، وذلك في نفس الوقت الذي وجد فيه افتراض أن « الشمس هي مركز الكون (٦٣) » الذي لم يلتفت اليه بما فيه الكفاية . أكثر من هذا فقد كان يمكن - كما قال بطليموس - حساب اوضاع النجوم والكواكب بأقل نوع من الهرطقة (٦٤) الميتافيزيقية .

وكذلك فان الاتجاه الفلسفى السائد يكون له اثره في اختيار الطرق المناسبة لتناول الحقائق . وعلى هذا الاساس قد تصطبغ الطرق والمناهج بالاتجاه التحليلي العقلي أو الاتجاه الحدسي أو الاتجاه التجريبي .

### ٣ - مستوى تقدم الحضارة :

يؤثر مستوى التقدم الذي بلغته الحضارة في الموقف الذي يبدأ منه الفرد عملية الإبداع ، بحيث يمكن افتراض انه اذا وجد شخصان متشابهان ، لدى كل منهما الصفات الشخصية اللازمة للإبداع ، ولكنهما يختلفان في مكان مولديهما وزمانه ، فانه يتوقع ان ما يصدر عن أحدهما يكون مختلفا عما يصدر عن الآخر . وعلى هذا لا يمكن تصور ما يصدر عن العبقري ، في مجال الفن أو العلم الا في ضوء ما سبقه من

Heliocentric hypothesis. (٦٣)

Heresy (٦٤)

(٦٥) أى المرقب الطيفي

حد المعيار للإبداع - مثل ما يختار كنماذج للرسم في معرض الفن الحديث - بينما تتجاهل بعض التجديدات نهائياً فتعجل بالقضاء عليها ( Stein, M. I., Cultural Context of Crealin )

#### ٤ - الفرص التربوية والخبرات المتاحة :

إذا كان الإبداع يعتمد على المعلومات الموجودة بالمجتمع ، فإنه لكي يظهر الإبداع لا بد أن يصل هذه المعلومات الموجودة إلى الفرد المبدع الذي يشكلها تشكيلات جديدة . وهذه المعلومات قد تنقل خلال العلاقات الرسمية أو غير الرسمية بين الأفراد وهنا نسير إلى أهمية العلاقات الرسمية التي تسهم فيها امكانيات المجتمع . ذلك أنه كلما زاد عدد من تتاح لهم فرصة نحصيل التراث الحضاري ، زادت امكانيات التطوير الإبداعي . ومع ذلك فإننا نجد في مختلف المجتمعات قيوداً على عدد الأشخاص الذين تتاح لهم فرصة المعرفة التي يرغبون في تحصيلها والتي تلزم للإبداع وعلى نوع هؤلاء الأشخاص ، كأن يشترط فيهم ان يكونوا من طبقة معينة أو جنس معين أو لون معين أو يستطيعون أداء أموال معينة . . . . . الخ - وقد تطول أحياناً فترة التدريب بحيث ينشغل الفرد بمجرد انتهائه من التحصيل بحاجاته اليومية لتعويض ما فاتته مما يشغله عن الإبداع ( المرجع السابق ) .

وفي ضوء الظروف الحضارية العامة التي تحدد للأفراد - الذين تتوفر فيهم مواصفات أو شروط خاصة - أدواراً معينة ترتبط بما يتاح لهم من أنواع الخبرات ، نستطيع ان ننظر إلى نتائج البحوث التي يقارن فيها بين الذكور والإناث ، والتي تدل على ان الذكور أكثر نفوذاً في القادة على الإبداع من الإناث ، بطريقة ذات دلالة ، في حل المشكلات ، حتى مع مراعاة تماثل كل من الذكور والإناث في الذكاء والقدرات المختلفة والمعلومات النوعية المتصلة بهذه المشكلات .

( Sureeney, E, J., 1953 ; Carey, G. L., 1958 )

الطبيعية . وما أدى إليه التقدم الصناعي من خدمات جليلة تساعد على ظهور الإبداع ، ولنا ان تصور مدى التقدم الذي حدث بعد ظهور الطباعة ، وما حققه ذلك من فرص اطلاع العقول التي يحتمل أن تكون مبدعة على الأفكار المفيدة ، وكذلك ظهور الآلات الحاسبة الالكترونية شديدة السرعة ، التي تقوم بعمليات تمثل بعض جوانب عملية التفكير ، مما قدّم أجل الخدمات للعلم بسبب سرعة إنجازها للعمليات الحسابية والرياضية ، وحديثاً - بفضل جهود الرياضيين والمهندسين البارعين - أصبح لهذه الآلات الالكترونية مقدرة فائقة على التذكر - أكثر بكثير مما تستطيع ذاكرتنا - ، وعلى حل المشكلات الرياضية المعقدة ، مما يوفر على العلماء الكثير من الوقت والجهد . بل ان التقدم الصناعي الحديث ساهم في تحرير الانسان من العمل البدائي ، واتاح له فرصة للفراغ يمكنه استغلالها في تكوين عادات عقلية مفيدة . هذا بالإضافة إلى ما اسده تقدم وسائل المواصلات ووسائل الاتصال من توسيع دائرة المتفاعلين بالعلم ، وسرعة الاتصال بين العلماء ( Harmon, L. R., 1956 ) وحتى في مجال الفن ، فان اختراع انابيب الألوان جعل من الممكن لرأس المناظر الطبيعية ان ينجز رسمه مباشرة من الطبيعة .

على أن الحضارة عندما تصل إلى نقطة تبدأ عندها في التدهور ، او عندما تصل إلى درجة التشبع ، حيث لا يمكن الاضافة إلى مجالات النشاط التي بلغت ، يصبح كل ما يظهر من أعمال تكرارياً !! وحتى اذا وجدت تجديدات - بعد ظهور مرحلة التشبع هذه - فإنه لا ينظر إليها عندئذ على أنها تبلغ المستوى المرتفع للإبداع الذي بلغته الأعمال التي سبق وجودها . أي أن قوى حضارية لها أثرها هي التي تختار من بين التجديدات في هذه المرحلة فتتسامح مع بعض محاولات التجديد وتساندها ، وتساعد على ظهور صور جديدة ، أو ترفع بعضها إلى

الجهد المحاول العاجلة ، فضلا عن توفير الأموال اللازمة للأدوات والمواد التي تستخدم في حل هذه المشكلات . على ان ظروف الحرب وحدها لا ينتج عنها بالضرورة زيادة الابداع، لأن الحرب مع أنها قد تدفع الى تنفيذ افكار مقيمة لأفراد مبدعين واخراجها الى حيز الوجود - رغم ما تتطلبه من تكاليف - طمعا في فائدها ، فان هذه الظروف نفسها قد تستنفذ عدداً كبيراً من الأفراد ونقضى عليهم مما يقلل من المصادر المختلفة لظهور الافراد المبدعين . فضلا عما يتخذ بسبب الحرب من اجراءات أمن من شأنها أن تحد من حرية التعبير ومن ثم تقلل من فرص ظهور افكار جديدة .

#### ٦ - العوامل الاقتصادية :

قد يكون للعوامل الاقتصادية تأثير مباشر على الابداع ، عندما نشجع هيئات معينة انتاج اعمال ابداعية بعينها ، عن طريق اجزال العطاء مقابل انتاج هذه الاعمال ، مما يؤدي الى التركيز على انتاجها وتنميتها . كما قد يكون لهذه العوامل الاقتصادية تأثير غير مباشر على الابداع، عندما يؤدي توافر الظروف الاقتصادية الملائمة الى ازالة بعض العقبات أمام الابداع ، مثل اناحة وقت الفراغ أو توفير الطاقات للاممال ابداعية .

#### ٧ - التنظيم الاجتماعي (٦٦) :

يتميز الافراد من مختلف الطبقات والطوائف الاجتماعية بأنواع من الامتيازات والالتزامات وقد يؤدي هذا التمايز الى الحد من الاتصال بينهم ، وبالتالي يؤدي الى الحد من البيانات والخبرات الميسرة لفئة من الفئات ، مما يقلل من كمية التنبيه التي تتعرض لها هذه الفئة ، فتقل بالتالي فرص الابداع لدى أفرادها . وعلى العكس من ذلك ، قد يؤدي هذا الى حث

ومن هذه البحوث ذلك البحث الذي أجرى في جامعة كاليفورنيا وتبين منه ان عدد المتفوقين في التفكير الابداعي من الذكور أعلى بكثير من عدد الإناث ، وان كانوا - اي الذكور المتفوقين في الابداع - يميلون للحصول على درجات مرتفعة على مقياس المبول الانوية ! ويعلق « د . تيلو » على هذه النتائج بأنه مع عدم استبعاد أثر العامل البيولوجي ، يميل الى الاعتقاد بأن الفروق بين الجنسين انما ترجع الى الفروق في خبرات كل من الذكور والإناث في الحضارة المعاصرة .

وبناء على هذا نستطيع ان نتوقع ان يتفوق الإناث على الذكور ، اذا قدم لكل منهم انواع من المشكلات التي تراكت لدى الإناث عنها خبرات على مدى الاجيال ، مثل : حسن التصرف في مشكلات الحياة اليومية ، وغيرها من المشكلات التي تكون المرأة مدربة عليها غالبا او طرفا فيها وتحلها في اطار الدور الاجتماعي المحدد لها . الخ . وقد تأيد هذا التوقع الى حد كبير من خلال بحث قامت به الباحثة المصرية ناهد رمزي ( رسالة ماجستير غير منشورة ١٩٧٢ ) .

#### ٥ - العوامل السياسية :

تمتد النظم السياسية - التي نحمل حقوق الانسان وتضمن حريته في التعبير عن نفسه - الشخص بشعور بالطمأنينة والاستقلال ينعكس في أنواع نشاطه الأخرى . وعلى العكس من ذلك ، فان النظم السياسية التي تضع قيوداً على التفكير ، قد تؤدي الى الحد من مجالات التعبير والتجريب والتجديد . كما ان ظروفًا سياسية أو قومية معينة ، قد تدفع الى تعبئة الطاقات والى تشجيع المبدعين في مختلف المجالات . وقد تخلق الحروب حاجات ومشكلات مما يدفع عدد كبيراً من الافراد لبدل

المجتمع—هذا فضلا عن تأكيد حقوقها الانسانية المتروعة في التعليم والعمل .

وبعد . . لعل هذا المقال قد تمكن من اعطاء صورة واضحة على قدر الامكان عن أهمية التفكير الابداعي في المجتمع الحديث ، ومن اراحة بعض الأستار - بطريقة علم النفس الحديث - عن طبيعة هذا التفكير والسياف الاجتماعي أو الظروف الاجتماعية التي يمكن أن ينمو فيها .

على أمل أن تلحق مجتمعاتنا العربية بركب الانسانية وتحقق نموذج المجتمع العربي الحبيب الذي يدعم الإبداع ويدعمه الإبداع . . بحيث يتصل حاضر أمتنا ومستقبلها بماضيها المجيد . ،،،

بعض الأفراد على الإبداع وتركيزهم لجهودهم وطاقاتهم لهذا الفرض ما دام الحراك الاجتماعي (٦٧) - الى فئات أعلى ممكنا عن هذا الطريق ، على أن هذا يتطلب جراءة نادرة للنفاذ الى الفردية والإبداع دون اعتماد على ضمان من المركز الاجتماعي ( نفس المرجع السابق ) .

وقد ظهر حديثا اتجاه يلح على أهمية العناية بالفئات الاجتماعية والطبقات المهضومة الحقوق - حتى في أكبر المجتمعات نمواً من الناحية الاقتصادية - ( مثل الزنوج بالولايات المتحدة الأمريكية ) ، من أجل ما يمكن أن تسهم به هذه الفئات الاجتماعية ، المهضومة الحقوق في تنمية طاقات الخلق والإبداع في المجتمع بأسره ، اذا أتاحت لها نفس الفرص المتاحة لبقية فئات





## ( المراجع Reference )

- سويف ( مصطفى ) الاسس النفسية للإبداع الفنى فى الشعر خاصة ، القاهرة دار المعارف ، ١٩٧١ .
- سويف ( مصطفى ) قياس قدرات الابداع الفنى ، مجله الفكر المعاصر ، فبراير ، ١٩٧٠ .
- السيد ( عبد الحليم محمود ) الابداع والشخصية ، دراسة سيكولوجية ، القاهرة دار المعارف ١٩٧١ .
- رمى ( ناهد ) : دراسة تجريبية للفروق بين الجنسين فى المدرات الابداعية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة القاهرة ، ١٩٧٢ .
- ANDERSON, H. (ed.) **Creativity : and Its Cultivation**, New York, Harper, 1959.
- ARASTEH, A. Rand Arasteh, J. D. **Creativity in The Life Cycle**, E. J. Brill, Leiden, 1968.
- BERGSON, H., **L'evolution Creatrice**, Press Universaire de France, Paris, 1948.
- BRONOWISKI, J., The Creative Process, **Scientific American**, 1958, 3, PP. 59—65.
- BURT, Cyril, Critical Notice, The Psychology of Creative Ability, **Brit. J. Educ. Psychol**, 1962, 32, 3, pp. 292—298.
- CAREY, G. L. Dex differences in Problem solving as a Function of attitude differences. **J. Abno. Soc. Psychol** 1958, 56 : 256—260.
- DUNNETTE, M. D. Are meetings any good for solving problems ? **Personnel Administration**, March-April, 1964, 12—29.
- GUILFORD, J. P. Creativity, **Amer. Psychol.**, 1950, 5, 444—454.
- GUILFORD, J. P., **The Structure of intellect. Psychol. Bull** 1956. “ b ” 53., 267—293.
- GUILFORD, J. P., Frick, J. W. Christensen, P.R. and Merrifield, P.R., A factor-analytic study of flexibility in thinking. Univ. Southern California, **Rep. from the Psychol. Lab. No. 18** 1957. “ a ”
- GUILFORD., J. P., A Revised structure of intellect, **Report from the Psychological laboratory No. 19**, Los Angeles Univ. of Southern California, 1957. “ b ”.
- GUILFORD, J. P. Traits of Creativity. In H. Anderson (Ed.), **n Creativity and its Cultivation**. New York, Harper, 1959, (a). PP. 142—161.
- GUILFORD, J. P. Three faces of intellect **Amer. Psychol.** 1959, “ b ”, 14, 8, 469—479.
- GUILFORD, J. P., and Merrifield, P.R., The structure of intellect model : its uses and implications. **Report from Psychol. Lab. No. 24** Los Angeles : Univ. of Southern California, 1960.
- HOEPENER, R. ; guilford, J.P. Merrifield, P.R. A factor-analysis of the Symbolic Evaluative Abilities, **Report from Psychol. Labor. No. 33**, 1946.
- KNAP, R. H. Demographic, Cultural and Personality Attributes of Scientists, in **the 1955 Utah Conference on the Identification of Creative Scientific Talent**, Salt Lake City : Univ. Utah Press, 1956.

- MAYMAN, Martin ; Shafer, Ray ; Rapaport, D., Interpretation of the Wechsler-Bellvue Intelligence Scale in Personality Appraisal, in : Anderson, H.H. and Anderson, G.L. **An Introduction to Projective Techniques**, New York, Prentice-Hall, 1951.
- PARLOFF, M. B. & Handlen, J. H. The influence of criticalness on creative problem-solving in dyads. **Psychiatry**, 1964, 27, 17—27.
- PARNES, S. J. and Meadow, A. Effects of “Brainstorming” instructions on creative problem solving by trained and untrained subjects, **J. Ed. Psychol.**, 50, No. 4, 1949.
- PARNES, S. J. The deferment-of judgment principle : Clarification of the literature, **Psychol. Reports**, 1963, 12, 5 é1-522.
- STEIN, M. I. The Creative Process, paper presented at the University of Chicago—Business School, **McKinsey Seminar on Creativity**, February 1—3, 1962.
- STEIN, M. I., **Cultural Context of Creativity**, a paper prepared while The author was a Fellow at the Center for Advanced study in the behavior sciences, (Mimeo).
- SWEENEY, E. J. **Sex Differences in Problem Solving**, Department of Psychol., Stanford Univ., Stanford, Calif., 1957.
- TAYLOR, C. W. (ed.) **Creativity and potential**, Mc Graw-Hill, New York, 1964.
- TAHLOR, D. W. Variables related to creativity productivity among men in two research laboratories. In : C. Taylor (Ed.), **The 1957 Univ. of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent**. Salt Lake City Univ. Utah Press, 1958, 20-54.
- TAYLOR, D. W., Berry, P.C. & Block, C. H. Does group participation when using Brainstorming facilitate or inhibit creative thinking ? **Admin. Sci. Quart.** 3 : 1958, 25-47.
- TAHLOR, D. W. Thinking and creativity. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, 1960, 91, 108-127.
- TAHLOR, C. W., and Williams, F. E. (eds.) **Instructional Media and Creativity**, John Wiley, New York, 1966.
- TERRANCE, E. P. **Guiding Creative Talent**, New Jersey, Prentice - Hall, Inc., 1964.
- WILLIAMS, F. (Ed.) **Creativity at Home and in School**, St. Paul, Minnesota : Macalester Creativity Project, Macalester College, 1968.



## بيكاسو

أحمد مرسى

وبصديرياته « . ويمضى اهرنبورج ، فى نساؤلاته قائلا : « حقا ، ان الذين تصدوا للكتابة عن بيكاسو كثيرون ، ومن بينهم أصدقاء وثيقو الصلة بالفنان ، والبعض ممن التقوا به أو رأوه بمحض الصدفة . لكن ليس هذا هو السبب الذى يجعلنى اشعر بصعوبة التحدث عن بيكاسو . فكم من المرات خيل لى ، كما يحدث لغيرى من الكتاب ، عندما أنهى الجلوس الى مكتبى ، ان الموضوع الذى كنت بصد

فى عام ١٩٦١ ، وبمناسبة الاحتفال بمرور ٨٠ عاما على مولد الفنان بابلو بيكاسو ، تساءل الكاتب (١) السوفييتى اليا اهرنبورج « لماذا أشعر بصعوبة عند الكتابة عن بيكاسو ؟ ربما لأنه ذائع الصيب ، أو لأن مئات الكتب قد كتبت عنه ، أو لأن هناك العديد من الدراسات المطولة ، لا المتعلقة بكل عمل من أعماله فحسب ، بل والمتعلقة أيضا بكل محترف عمل فيه ، بكلايه ، بحمامانه ، وبقبعانه

(١) Ehrenbourg, Flya ; " Ce Jeune Homme,," Le Lettres Francaises, 26 Octobre au 1er novembre 1961 No. 898 (Special pour les 80 ans de Pablo Picasso) 80 ans.

« هل من العدل في شيء أن نخلع نعت « المدمر » على رجل مؤجج بالظماً الى الخلق ، على رسام لم يفعل شيئاً ، طوال حقبة تنوف على الستين عاماً ، وبدون انقطاع ، غير البناء . رسام ظل يبنى دائماً ، رسام انضم الى رفقة الشيوعيين ، بدون أن يفاضل بين عقيدتهم وبين الفوضوية واللامبالاة أو النشأوية التي تستهوي الفنان في العادة ؟

« في الوسع القول - وهذه هي الحقيقة - أن بيكاسو يشعر بالتجدد داخل محترفه ، وأن الجهل في العالم الاستيطيقي، لبعض «قضائه»، يزعجه ، وأنه يفضل الوحدة على الاجتماعات والمؤتمرات . ومع ذلك ، كيف ننسى انفعاله خلال سنوات الحرب الاهلية الاسبانية ؟ كيف ننسى حماماته ، ومساهمته في حركة انصار السلام ، وبطاقة عضويته للحزب ، وملصقانه ، ورسوماته ، من أجل الانسانية ، وما الى ذلك من مواقف أخرى ؟

« خلال حقبة مونمارتر ( الباتو - لافوار Bateau-Lavoir ) التي لم اعصرها ، وخلال حقبة « الروتوند La Rotonde » التي حاولت وصفها ، كنا سبانيا ، مولعين بالتجوال ، كما كنا نشتهر « بالشباب الرنة » . لكن بيكاسو احفظ بولعه بالمزاح والمخاتلة حتى سن الثمانين . واليوم أيضاً ، يقف عارياً امام عدسات التصوير ، ويداعب ضيوفه المرموقين ، ويشترك في مباريات مصارعة الثيران . لقد انجز سلسلة من اعمال الحفر باسم « الرسام وموديله » . وهنا يستدعى الرسام تارة روبنز Rubens ، وتارة أخرى ماتيس Matisse في شيخوخته ، ونستطيع أن نرى في أركانه موديلات عاريه أو شخصاً لفيلاسكويز Velasquez أو غيره من أساتذة التصوير الشيوخ ، وبينهم دائماً يظهر قرد ، وهذا القرد شبيه بيكاسو ( انه يضحك على نفسه ، ولكنه في نفس الوقت ، واثق كل الثقة ، ومزهو كل الزهو بشخصه ) . وإذا استمعنا الى بيكاسو ، لا يستطيع المرء أن يحدد بدقة متى انتهى من

معالجته ، سبق أن عولج منذ وقت بعيد . من المؤكد ، أن وصف أمطار الخريف البسيطة ، لأمر أكثر صعوبة من وصف اقلاع طائفة نفاتة . ومع ذلك سأحاول ، في هذا المقال ، أن اتحدث عن أشياء معينة ، تحدث عنها آخرون من قبلي ، وعلى نحو أفضل . ان الصعوبة هناك . انها كامنة في بيكاسو نفسه .

« ذات يوم قال لي فنان - يعد من الفنانين العظام - « بيكاسو عبقرى ، لكنه لا يجب الحياة ، ومع ذلك ، فالفن تأكيد للحياة » . هذا صحيح ، كما أنه صحيح أيضاً ، أن بيكاسو يحب حباً جما ، الناس والطبيعة والفن والحياة ، وهو لا يهدأ أبداً ، لأنه يتمتع بفضول المراهق . ان كثيراً من لوحاته ، لا تحدثنا عن جمال الوجود فقط ، ولكنها تحدثنا أيضاً عن الحرارة التي تستنصرها الحواس ، عن ذوقه ، عن عبقه . وقد أبرز ، أولئك الذين كتبوا عن بيكاسو ، ميل الفنان الى تشريح العالم المرئي ، والى تفكيك اوصال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، والى هدم كل ما هو قائم ، البعض أدرك قوة وطبيعة الفنان الثورية ، والبعض الآخر تحدث بسخط أو أسف عن « روح التدمير » عنده ، وفي نهاية الأربعينات ، وبينما كنت أقرأ آراء بعض نقادنا عن موضوع بيكاسو ، روعت لأحكامهم التي جاءت متفقة مع آراء تشرشل وترومان ( كان الاول رساما ، والثاني موسيقياً بالهواية ) اللذين أذانا بيكاسو التائر . لقد شعرت ، أكثر من مرة ، بقوة بيكاسو التدميرية . لقد مرت حقبة ، لم أكن أشعر خلالها ، بغير هذه القوة في أعماله ، ومع ذلك ، كانت هذه الاعمال تملأني بالبهجة والالهام . الا أن هذا الاحساس ، كان مرجعه الى سيرتي الذاتية ، وليس الى بيكاسو ، ( حقيقة هناك بعض أعمال لبيكاسو التي أشعر أنه لا يمكن تقبلها ، ولست أدري ما الذي يجعل طلعة امرأة فاتنة ، خليفة بالكراهية منذ الوهلة الاولى ) .

التي اشار فيها الى « ميل الفنان الى تشريح العالم المرئي ، والى تفكيك اوصال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، والى هدم كل ما هو قائم » .



درج النقاد والمؤرخون على تقسيم انتاج بيكاسو الى عهود متعددة ، وفقا لخواص كل عهد ، مثل العهد الازرق والعهد الوردى والعهد التكميبي والكلاسيكية الجديدة ، الى ما هنالك من عهود اخرى في حياة الفنان الخصبة . واذا حاولنا ان نمسك بأيدينا طرف خيط هذا الميل الى تشريح العالم المرئي ، لما وجدنا أية مشقة في ذلك . فخلال الفترة فيما بين عام ١٩٠٠ ، وهو تاريخ رحلته الاولى لباريس وعام ١٩٠٧ حيث رسم بيكاسو لوحته التاريخية « فتيات افينيون » ، لم يخرج انتاج الفنان على النظرة المألوفة للفن ، ولم يكن يختلف كثيرا عن انتاج غيره من فناني مدرسة باريس . بل انه بالرغم من نبوغه المبكر لم يسلم في بداية حياته من التأثر بفناني عصره الكبار مثل « شتاينلين » و « تولوز لوتريك » و « فان جوخ » و « فوييار » . وقد تجلت هذه التأثيرات في لوحاته التي عرضها في جاليري « فولار » في باريس عام ١٩٠١ . كما لم تخرج موضوعات لوحاته عن الموضوعات التقليدية الشائعة بين معاصريه مثل مشاهد الملاحى الليلية وسباقات الخيل والمناظر الطبيعية وصور الزهور .

وفي خريف ١٩٠١ ، كان بيكاسو (٢) قد وضع قدميه على طريق « العهد الازرق » فاختفت مشاهد الشوارع الملونة البهيجة والبورترية الرائعة التي كان يرسمها الفنان منذ بضعة أشهر ، لتظهر شخصيات يمرقها الاسى أو الجوع في عالم تصبغه الزرقة .

مزاحه ، لأنه يعرف كيف يمزح بجدية شديدة ، ويعرف كيف يقول أشياء جادة على نحو يجعل المرء يتقبلها كأنها مجرد مزاح .

ويختتم ايليا اهرنبورج كلماته بتساؤل آخر ، فيقول : « كيف يجب ان ينطق اسم « بيكاسو » . هل يجب التشديد على المقطع الأخير أو قبل الأخير ، أو يقول آخر ، ما هي هويته ، هل هو اسباني أم فرنسي ؟ »

ويجب على تساؤله بقوله ، « انه لا مرأى اسباني ، من حيث مظهره الفيزيقي ، ومن حيث شخصيته ومن حيث فظاظه واقعيته ، ومن حيث عاطفته المشبوبة ، ومن حيث سخريته العميقة والخطرة » .



اخترت هذه الدراسة المقتضبة والعميقة لاليا اهرنبورج ، لأنها في الواقع ترسم شخصية الفنان بخطوط عريضة ، ولعل عشرات بل مئات النقاد والمؤرخين الذين تصدوا للكتابة عن الفنان لم يأتوا لاي منهم أن يضع يده على مفاتيح شخصية بيكاسو بهذه البساطة والسهولة . ومع ذلك ، فمن المؤكد أن كل نقطة من النقاط التي أثارها الكاتب ، في حاجة الى أن تفرد لها دراسة متأنية ومستفيضة .

وأذا كان ايليا اهرنبورج ، صديق الفنان ، قد هاله الاحساس بصعوبة الكتابة عن بيكاسو ، فما بال كاتب عربي ، لم ير من أعمال الفنان رأي العين ، الا أقل القليل مما في حوزة متاحف العالم .

لذلك سأحاول قدر الجهد أن أقصر هذه الدراسة على جانب واحد من جوانب هذا الفنان المختلفة . والموضوع الذي اخترته هو تحليل للعبارة التي جاءت في مقال ايليا اهرنبورج

ان لوحة « رأس امرأة باللون الاحمر » عام ١٩٠٧ ، والتمائيل الصغيرة التى نحتها فى الخشب ، والقناع البرونزى الذى يرجع الى نفس العام ، كل هذه الاعمال تتميز بقيمة « فطرية » ، من المحتمل ان يكون الفنان قد استوحاها من جوجان ، وليس من المنحوتات الافريقية ، بالرغم من أن العهد الذى يبدأ بعام ١٩٠٧ يسمى أحيانا بالعهد الزنجى .

**هل حقيقة أن ماتيس هو الذى عرف بيكاسو على الفن الافريقى ؟** لقد تصادق الفنانان فى عام ١٩٠٦ . والمعروف أن ماتيس هو الذى اكتشف فى محل الاب سوفاج الكائن فى شارع « دى رين » تمثالا من ساحل العاج ، اطلع صديقه عليه . لكن بيكاسو اكد اكثر من مرة أنه لم يتأثر بالفن الافريقى قبل عام ١٩١٠ . لذلك يشعر المرء بالبلبله عندما يلاحظ الجانب الايمن من لوحة « فتيات أفينيون » التى يرى فيها عدد كبير من النقاد ارهاصات التكعيبية ، وكذلك جميع الدراسات التى أنجزها الفنان خلال هذه الحقبة ، وبصفة خاصة لوحة « الرأس » التى تشبه الى حد كبير القناع الافريقى . كل هذه الاعمال تكشف عن علاقة ما تربطها بقطع النحت التى جلبها المستعمرون من افريقيا .

ان لوحة « فتيات أفينيون » ، على أية حال ، تكشف بصورة أكثر حسما ، من ميول تركيبية أكثر مما تكشف عنه لوحة « جيرترود شتاين » أو لوحة « صورة ذاتية » اللتان ترجعان الى عام ١٩٠٦ .

لكن قبل أن نتعقب نضال بيكاسو من أجل خلق رؤية جديدة وتسجيل وصفى جديد للعالم الخارجى ، علينا أن نجيب على بضعة تساؤلات هامة أخرى .

واستمر الفنان فى تشييد هذا العالم المأساوى الذى تقطر زرقته حزنا ووحشة وكآبة ، حتى عام ١٩٠٥ ، حيث بدأت تخف فى اعماله نبرة القلق والتوتر . واختفى الشحاذون العميان والنساء الضامرات الحزينات الذين سادوا طوال العهد الازرق ، ليشيد الفنان عالما جديدا يتحرك فيه البهلوانات والفنانون الصعاليك المتجولون ، وامتزج الأزرق باللون الوردى ، للتخفيف من حدة الخشونة والوصول بتعبيره الى النبيل .

وفى نفس (٢) العام عندما استشعر الفنان خطورة الاستمرار فى الطريق الذى شقه بأعمال العهدين الازرق والوردى ، حول بيكاسو حماسه لممارسة شكل من الفن ، كان قد عالجه لأول مرة فى عام ١٨٩٩ ، الا وهو النحت . وتمثال « البهلوان » البرونزى الذى نفذه فى عام ١٩٠٥ يبين مدى صعوبة محاولة التخلص من الوقوع تحت تأثير رودان . لكن « الرأس » التى ترجع الى عام ١٩٠٦ ، تحمل علامات خط معالجة طازج ، يتعارض مباشرة مع تأثيرية رودان . وهذا العمل ، ذو الاهمية الكبرى بالرغم من صغر حجمه ، يكشف عن محاولة نحو التركيب والكثافة ، وهى بمثابة علامة تحول بيكاسو عن تكنيك الايهام الطبيعى . فمن الآن فصاعدا ستوجه جميع ملكاته نحو مشكلة الحجم الاساسية . وبعد أن كان لا يبدى اهتماما بالفورم التشكيلى خلال السنوات السابقة ، بدأ فى عام ١٩٠٦ يبدى اهتمامه بالفورم وهو الاهتمام الذى لم يخامره وهن حتى نهاية حياته . فالتماثيل واللوحات والرسومات ، التى انتجها ، أملتها ، ما يمكن تسميته ، بالمتطلبات النحتية .

في الوسع الدفاع عن هذا الموقف بسهولة ، وبدون الاستناد على أساس عنصري ، لأن « زولوفا » كان اسبانيا ايضا ، وقد ارتبط بالبرنامج التأثري ، وليس بمجرد تبني الموقف المعاكس ، لأن افصل سبيل لتحطيم بقايا التأثريّة ، كان بالتأكيد الانخراط في رمرة الحوسيين .

**الحقيقة انه ما ان ادرك رسالته الخاصة ، وعلى امتداد حياته ، ظل بابلو بيكاسو اولا وقبل كل شيء ، فرديا ، تستهويه القيم التشكيلية للأشياء ، وبنيتها ، ومظهرها الخارجى ، والتعبير النحتى للشكال .**

لم يعد يستهويه التدفق الوقتى للتصوير التأثري ، ولم يعد يشعر بأى ميل الى الزخرفة والالوان المسطحة الخام والتخطيط الهزيل للحوشيين . لقد كان فناً بلغ من الثقافة حداً جعله لا يقنع بالحس الخالص . فاذا كان لم يسهم في بحوث الحشيين ودعاة اللذة الحسية ، فيما عدا متعته الخاصة او اتخاذها كفعل تحدى ، واذا كان لم يمارس على الاطلاق الفن الزخرفى او الافراط فى استخدام اللون ليكون غاية فى حد ذاته ، فقد كان من جانب آخر ، مدركا لجميع الجهود التى تدور فيما حوله ، طالما أنها تهتم بالفورم والفراغ والتكوين .

عندما كانت التكميلية فى مرحلتها المبكرة فى مراسم مونبارناس ، التقطها بيكاسو واعطاها عمقا اضافيا ، وأعلن قوانينها فافرضا اياها فى البداية على مونمارتر ، ثم على بقية انحاء العالم . وعندما كان فريسة للبلبل والشكوك ، كان الاساتذة الذين اتجه اليهم لالتماس النصح او المواساة ، هم آنجر وسيزان وكورييه ، وغيرهم من التشييديين او المعماريين فى فن التصوير ، الذين كانوا من أشد دعاة « الفورم » حماسية . وعلى عكس فنون الشرق ، بهارمونياتها الهادئة والوانها الاحادية المترفة ، التى كانت ، مع ذلك ، تفتقر الى الثقل والتشكيل والعمق ، اجتذبتة الفنون البدائية

اننا امام شاب اسباني يستقر فى فرنسا ، بحثا عن مناخ ملائم لتطوير ملكاته الابداعية . لقد بدأ ، بمحض ارادته ، الاتصال بالفن الفرنسى ، وبصفة خاصة التأثريّة الفرنسية ، التى كانت قد وطدت اركانها فى ذلك الوقت ، ولم يعد يتحدى سيطرتها حتى الجمهور العام ، وهو نفس الجمهور الذى كان قد استقبل تلك الحركة الجمالية الجديدة بسخرية لاذعة .

ترى ما الذى جعل هذا الاسباني الذى يتمتع بدرجة كبيرة من الحساسية تجاه مختلف اتجاهات عصره والذى كان يرحب بكل تأثير ، لا يحاول ولو مرة واحدة ان يتابع تجارب رنوار ومونيه وبيسارو ؟

اذا كان قد بدا له ان هذا الاتجاه قد اسهله الاخرون تماما ، لماذا اذن لم ينجذب الى صديقيه ماتيس وبراك ؟

لماذا رفض المشاركة فى « الحوشية » ، وكانت هذه الحركة الجديدة فى ذلك الوقت تجتذب عددا كبيرا من الفنانين الشباب الناضجين ، الذين قد نفضوا عن أيديهم كل آثار التراث القديم ، وكانوا يتطلعون الى شيء جديد تماما ؟

علينا ان لا ننسى انه ما من فنان كان فى قوة ملاحظة بيكاسو ، وفى قوة ادراكه لمكتشفات عصره ، وفى قابليته لاستقبال واستيعاب تجديده العديدة ، أيا كان منبتها . ان هذا الرجل المستقل ، واسع الافق دائما ، اليقظ أبدا والسريع فى اقتناص كل ما يستطيع ان يستفيد منه ، مر على اساتذة المدرسه الفرنسية الموقرين ، بدون أن يلقى ولو نظرة واحدة على اتجاههم .

لقد عاش بين طليعة الفنانين المعاصرين دون ان يشعر بأقل قدر من الرغبة فى اللحاق بركابهم ، بل انه لم يعبأ ، على أى نحو كان ، بمولد ونمو الحوشية .

الفطرى ، كما استلهم اعمال **جوجان** فى الحفر على الخشب ، ذات الطابع الغريب ، فأخذ عنها الشخص المبسطة والتشويهاات الجريئة وطريقة العرض الهندسية .

**ولوحة « فتيات أفينيون »** ، هذه اللوحة العظيمة التى أفردت لها الدراسات العديدة ، تتمتع بأهمية كبرى ، نظرا لأنها الثمرة المحددة لرؤية أصيلة ، ولأنها تنم عن تغيير راديكالى فى الأساس الاستيطيقى ، الى جانب عمليات التصوير التكنيكية .

كانت (٤) قد مرت خمس سنوات على اتمام لوحة « فتيات أفينيون » عندما اعتبرها خطأ صديق بيكاسو الشاعر أندريه سالون ، عملا تجريديا تقريبا ، فبدت له مجموعة الساقطات ،

او الفطرية ، وبصفة خاصة النحت الأيبرى والزنجى ، او خزفيات ما قبل العصرى الكولومبى ، ولكنه لم يكن يتطلع دائما ، الا الى **الفنون الشكلية ذات الأبعاد الثلاثة** .

لقد حرره « عهد الوردى » من الواقعية التعبيرية التى اتسم بها « العهد الأزرق » ثم أعقب نمطية العهد الوردى الرقيقة ، بغنائية العهد الزنجى القوية .

**ونعود لتسائل هل كانت لوحة « فتيات أفينيون » بداية هذا العهد الزنجى ؟**

لما كان بيكاسو قد انكر انه تأثر بالفن الزنجى فى ذلك الوقت ، فلا مناص من القول بأنه استوحى فى هذه الاعمال ، منابع الفن الأيبرى



شكل ١ - ( فتيات أفينيون ) ١٩٠٧



ولا جدال في أن الدليل على وجود الجمجمة في الاعداد المبكر للعمل ، قد استنبط من الفنان نفسه . وقد ساد هذا التفسير زهاء ثلاثين عاما - وهو أن الفنان قصد في البداية انتساء عمل رمزي أو التعبير عن ثمن الخطيئة .

### هناك نتيجتان هامتان :

أولا - بسقوط المضمون الادبي ، مع تطور العمل ، أصبحت لوحة (( فتيات أفينيين )) أهم نقطة تحول في تطور فن القرن العشرين حتى الآن ولوحة ( جولدنيغ ) Golding - أصبحت بمثابة القياس بالنسبة للفن الحديث بأكمله ، أى الإبعاد عن « الدلالة » نحو التجريد الاستشهادي الذاتي .. بل أن عنف المشهد المصور ، قد فسر بأنه تحرير للطاقات الشكلية ، فلم تعد هذه الطاقات مقيدة بالمضامين المسيطرة .

ثانيا - تبين النتائج التي توصل اليها الفنان ، تجاهله للتخطيطات العديدة والجيدة التي أعدها في مراحل تحضير العمل . وإذا كانت اللوحة تعكس تحرر الفنان من الهدف الرمزي الخاطيء ، فالمعتقد أن تلك التخطيطات لم تسجل أكثر من البداية الزائفة ، فضلا عن أنها لم تكن ارهاصاً بهذا البناء التكعيبى الذى جعل اللوحة عملاً تاريخياً .

ومع تطور ونضوج الاسس النقدية ، بدأت التساؤلات حول العمل تتشكل تدريجياً . وقد طرحت الاسئلة التي نوقشت ثم طرحت اجاباتها ، وكانت جميعها تتعلق بتاريخ اللوحة ، وما أخذته عن سيزان Cezanne ، وتأثيرها بفنون الحضارات الايبيرية والافريقية - وقبل كل شيء طفرتها الى التكعيبية .

لقد كان الشيء الذى يتطلب التأكيد ، هو اتجاه العمل ، ونقاط انطلاقه ، وكما يحدث مع المسافر الترانزيت ، لم يطلب من العمل غير تحديد نفسه ، باستفسارين ، من اين والى اين .

« مجردة بقرىبا من الانسانية ... مشكلات عارية ، وعلامات بيضاء على لوح أسود » . كان هذا بعد مرور خمس سنوات ، نرى ماذا كان الحال في البداية ، ومن كان في وسعه ان يتنبأ بالمدى الذى ستقطعه اللوحة ؟ بل من كان يتنبأ بأن مبدع هذا العمل الذى لم يكن يتجاوز السادسة والعشرين من عمره ، سيمتد به العمر ليتحدى سبعة عقود من الفن التجريدى ؟

لم يمض وقت طويل ، حنى اعتذر كاهنوبلر عن رأيه الذى أعلنه فيما قبل بخصوص اللوحة . وبالرغم من انه كان يعتقد أنها غير تامة ، ونفتقر الى الوحدة ، الا أنه اعترف بأنها نضال خرافى يائس مع كل مشكلات التصوير الشكلبة برمتها ، وأثنى على جانبها الايمن بوصفه « بداية التكعيبية » .

وخلال السنوات الخمسين التى تلت ذلك ، أصبح اتجاه النقد غير قابل للنقض ، فاعتبرت اللوحة انتصارا للشكل على المضمون ، وعلى كل من يريد أن ينظر الى العمل نظرة ذكية ، ان ينظر اليه محللا الى طاقات تجريدية .

ولعل ما يبرر التردد في البحث عن مستويات أخرى ، ما كان معروفا من مراحل تخلق العمل نفسه . فالاعداد الاولى للمشروع ، كان يتضمن رجلين ، احدهما بحار يجلس الى مائدة في الوسط وثانيهما رجل يدلف الى المشهد من اليسار حاملا جمجمة في يده - كايحاء رمزي للموت فيما يبدو . وقد اعتقد ألفرد بار Alfred Barr أن بيكاسو كان يتخيل اللوحة كنوع من التذكرة بالموت . ولكنه أردف يقول « لقد استبعدت بعد ذلك جميع التضمينات ذات التضاد الاخلاقى بين الفضيلة ( الرجل الذى يحمل الجمجمة ) والرديلة ( الرجل المحاط بالماكولات والنساء ) ، استبعدت في سبيل تحقق تكوين تشخيصي شكلى خالص ، يتحول مع مراحل تطوره شيئا فشيئا الى تكوين منزوع الانسانية تجريدى » .

هل هذه اللوحة التى تعد أول « عمل ينتمى حقيقة للقرن العشرين » ( اى. فراى ) بدأت كمجرد تأكيد غير صادق للموعظة المعروفة التى تقول « ان ثمن الخطيئة هو الموت » - والتضاد بين الرذيلة ، ممثلة فى متعة المأكّل والنساء ، والفضيلة ، ممثلة فى التأمل فى الموت ؟

هل حقيقة أن الفنان ، فى هذه اللوحة التى تعد أول عمل تكعيبى ، قد « تحول من التعبير الذاتى » ( سبارتس ) ، غير عابىء بالموضوع أو المحتوى ايا كان نوعه ؟

وأخيرا ماذا عن العديد من الرسومات المتعلقة بالعمل ؟ فضلا عن رسومات الشخصّات الفردية أو تفاصيل الشخصّات ، ودراسات التكوين الكامل التى تربو وحدها على تسعة عشر رسما . وقد نشر بار Barr ثلاثة رسومات منها فى عام ١٩٣٩ ( أشكال ١٥ و ١٣ ) . وقد ظهرت بالإضافة الى ثلاثة عشر رسما آخر فى المجلد الثانى من كتاب **لوج زيرفوس** Zervos فى عام ١٩٤٢ ، وظهر رسمان آخران فى المجلد الملحق رقم ٦ عام ١٩٥٤ ، بينما نشر رسم اكتشف حديثا فى عام ١٩٧٣ .

فهل هذه الرسومات التسعة عشر ، تكشف عن تطور جلى ، وهل تلقى دراستها الضوء على مخنوى فكر بيكاسو ، بينما كانت لوحة « فتيات أفينيون » تتخلق فى ذهنه ؟

يقول الناقد الأمريكى ليو شتاينبرج Leo Steinberg الذى طرح كل هذه التساؤلات ، اننى اعتقد أن الرسومات المذكورة تعنى الكثير . كما انى مقتنع بأن اللوحة تتضمن ما هو أبعد ، حتى فى جانبها الشكلى ، مما تسمح به عبارة « أول عمل تكعيبى » .

من المؤكد أن نقطة الضعف الرئيسية لاي تحليل يقتصر على الجانب الشكلى ، هى عدم ملاءمته لفاياته . مثل هذا التحليل ، الذى

ولكن اللوحة ، بعد خمسة وستين عاما تستحق طرح مجموعة جديدة من الاسئلة . مثلا : تلك الشخصّات الخمسة التى تصورها ، هل يجب أن تكون شخصّات عاهرات ؟ هل كان فى الوسع انجاز التأثيرات التكعيبية الاولى فى النصف الايمن من اللوحة - تكسير الكتلة وتساوى الاجزاء الصلبة مع الفراغات - بمجموعة من لاعبى الورق ؟ واذا كانت الفكرة الاساسية مستمدة من تكوينات سيزان للمستحمين والمستحمت ، لماذا هذا التحول من الهواء الطلق الى داخل البيت ؟

لماذا مازال يبدو الفضاء التصويرى مثل مشهد مغلف بالستائر - وهو اقرب مايكون الى الفن الباروكى - فى لوحة كان يجب أن ينصب اتجاهها المحدث على السطح المنبسط ؟ وتلك الاقنعة فى الجانب الايمن ، هل هى موجودة هنا ، لانه تصادف أن كان بيكاسو يعمل فى هذه اللوحة عندما اكتشف الفن الزنجرى ، لذلك ضمن عمله هذا الحافز الجديد بفض النظر عن عدم ملاءمته لداخل الماخور البرشلونى ؟

هل تشريحات اولئك النسوة ، فى تحولها خلال المدة من ١٩٠٦ الى ١٩٠٧ ، كانت مجرد تغير فى الذوق أو فى استبدال التعبيرية المجردة للزوايا الحادة بالاستدارات التشريحية ، أو هل هذه التغيرات المورفولوجية ، استعارات لحالات الوجود الانسانى ؟

وحيث أنه لا توجد لوحة أخرى ، تواجه المشاهد بكثافة مقارنة ، فكيف تتفق هذه الكثافة مع الاغراض التجريدية التى تعزى فى العادة لفتيات أفينيون ؟

هل التحول الطرازى الذى يشطر اللوحة الى شطرين منفصلين ، نتاج تطور بيكاسو الحاد أو أن هذه الطرز المختلفة تحقق فكرة شاملة ؟

لكن توزيع الشخصيات ينم عن تأثر بيكاسو بالأسلوب الباروكي في توزيع المجموعات ، ولا يتضح هذا في طوبوغرافية أرضية اللوحة وحدها ، بل أيضا في وحدتها كموقف مسرحي . لقد شاهد بيكاسو مثل هذه الأعمال السردية في بداية حياته في متحف البرادو Prado ، إلا أن هناك فارقا هاما بين العمل الباروكي وبين لوحة بيكاسو ، ففي العمل الأول ، ينظر المشاهد الى العمل من الخارج ، ولكنه ليس هناك .

أما بالنسبة للوحة « فتيات أفينيون » ، فهذه القاعدة للفن السردى التقليدى ، تخضع لمبدأ مقابل مضاد للسرد ، فالشخصيات المتجاورة لا تتفاسم مساحة مشتركة أو فعلا مشتركا ، ولا يتصل بعضها البعض ، كما أنها لا تتلاحم في عمل واحد ، ولكنها ترتبط مع المشاهد منفردة وعلى نحو مباشر .

إن التفكك المتعمد فيما بين كل منها ، هو الوسيلة لالقاء المسئولية عن وحدة الفعل على

يشيخ الطرف عن الكثير ، ينتهى به الأمر بالعجز عن الرؤية الكافية . لأنه كما يخيل لى ، أيا كانت فكرة بيكاسو الاستهلاكية ، فإنه لم ينصرف عنها ، ولكنه اكتشف وسائل أكثر قدرة على تحقيقها .

مامن لوحة حديثة أخرى تربطك بهذه الفورية الوحشية . فالشخص الخمسة المصورة ، واحدة تزيح ستارة لتجعلك ترى ، ونائية تندس من الخلف ، والثلاث نساء الاخريات يحدقن فيك . إن وحدة اللوحة ، التى اشتهرت بتفككها الطرازى الداخلى ، تكمن قبل كل شيء فى وعى المشاهد المأخوذ الذى يرى نفسه منظورا .

وللحكم على المسافة التى قطعها المشروع منذ الاستهلال ، علينا أن ندرس النكوين المبكر الذى ظل مجهولا حتى الآن ( شكل ٣ ) : نشاهد سبعة أشخاص موزعين فى مكان داخلى ، تحد الستائر خلفيته فى العمق والموضوع ، مشهد فى ردهة ماخور ، حيث يهم رجل بالدخول .



شكل ٢ - دراسة لفتيات أفينيون

العميق لهذه المدرسة المحلية - التي وصفها بأنها أكثر التعبيرات عن العبقرية الهولندية أصالة - كان محاولة جريئة لتحرير أسلوب للتصوير ، كان يبدو دائما من وجهة نظر مقاييس التكوين الإيطالية نساذا وبدائيا . وقد بين **ريجل** Riegl أن الفن الهولندي ، حتى في سردياته الدينية التي تنتمي للقرن الخامس عشر ، كبح المواجهة الدرامية التي تعبر عن ارادة ، وتنسيق الفعل ورد الفعل الاستجابي الذي يقر بالقوة الموحدة للحدث . وبدلا من المشاركة الايجابية والسلبية المتدرجة ، جاهد الفن الهولندي ، على عكس ذلك ، لكي يسقط على كل شخص حالة من الانتباه الاقصى ، أى حالة ذهنية تبسّد التمييز بين الايجابي والسلبي . ان انكار العلاقة النفسية بين الممثلين ، واستقلالهم المتبادل ، وانفصالهم الرشيق حتى عن أفعالهم - وعجزهم عن المشاركة المشتركة في فضاء موحد - كل هذه العوامل « السالبة » قد وثقت من التأثير

عائق الاستجابة الذاتية للمشاهد . أما الحدث ، لحظة الفطس ، الظهور المفاجيء - فلا يزال الموضوع - ولكنه دائر من خلال تسعين درجة تجاه مشاهد افترض أنه قطب اللوحة العكسي .

ان التحول السريع بين هاتين النظرتين المختلفتين ليس بالشيء الغريب بالنسبة لعام ١٩٠٧ . كما انه ليس بالشيء الفريد بالنسبة لبيكاسو وحده . ذلك لان ترتيب هذه البدائل كان في الواقع مثار جدل . فقبل ذلك بخمس سنوات وصف المؤرخ الفنّي الفييني **الويس ريجل** Alois Riegl غياب التلاحم النفسي بين الاشخاص المصورين كدليل على ارادة طرازية مميزة . وكان يتحدث عن تصوير مجموعات الشخصيات في الفن الهولندي التقليدي - ويقصد الاعمال الفطرية ، قبل ان يعيده المذهب الطبيعي الدرامي لرمبرانت الى التراث الاوربي الاساسي . وكان تحليله



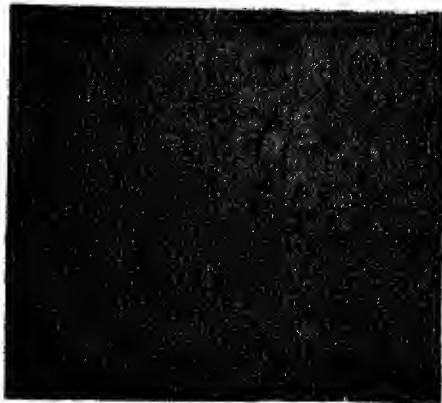
شكل ٣ - دراسة لفتيات الفينيون

الاعلى لهذا الحدس الشمالى فى لوحة « لاس مينيناس » Las Meninas لفيلاسكويز ، التى يشير اليها متحف « برادو » بمدريد بلوحة نحاسية تقول بالبنت العريض « اروع اعمال التصوير العالمى » .



شكل ٥ - بحار يلف سيجارة

وكما فعل بيكاسو بعد ثلاثمائة عام ، وجه فيلاسكويز نفسه الى تقاليد البحر الابيض المتوسط والمنطقة الشمالية . واستطاع ، كوريت لتيسان وفرونيز ، ان يبتدع عملا لا يقدم نفسه كشيء منظم داخليا فحسب ، بل ايضا كدعوة الى الوعى التكاملى للمشاهد .



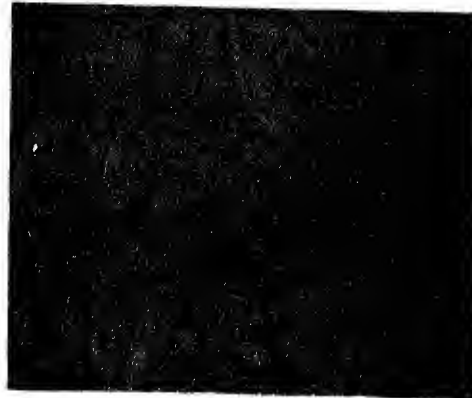
شكل ٦ -

الايجابى لكل شخص مفرد ، على المشاهد المستجيب ، ووحدة اللوحة ، كانت على حد قول ريجل Riegl ، باطنا لا موضوعيا ، ولكنه تجلى فى تجربة المشاهد الذاتية .



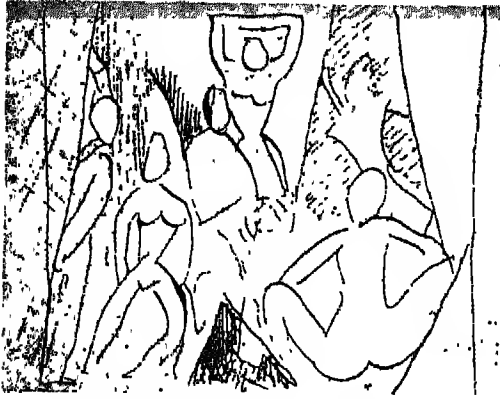
شكل ٤ - دراسة لفتيات أفينيون

فى الوسع مقارنة نظرة ريجل Riegl الطبيعية لهذا الفن الشمالى الفطرى باعجاب بيكاسو المبكر بالفن الايبيرى والزنجى . كما ان تعريف المؤرخ للقيمة الحقيقية لهذا الفن ، والمحصلة عن اضافتها الى الاسلوب السردى ، توازى تحول بيكاسو عن تلك الدراسة المبكرة ( شكل ٣ ) الى اللوحة الاخيرة لفتيات أفينيون . لم يكن بيكاسو فى حاجة الى أية معرفة مباشرة بعمل ريجل ، او باللوحات الهولندية الغامضة التى ناقشها . ولكنه كان يدرك بالفعل التحقق



شكل ٥ - دراسة لفتيات أفينيون

ان هذا العمل اذن ، ليس نجريدا قائماً بذاته ، حيث ان المشاهد المنفعل ، عامل ضرورى . وما من تحليل للوحة « فتيات أفينيون » كبناء تصويرى مكتمل ، يرقى الى اكتمال العمل نفسه . فاللوحة موجة عارمة من العدوان الانثوى ، فاما أن يفعل بها المرء كعدوان عليه ، والا فليس امامه الا أن يبتعد عنها .



شكل ٩ - دراسة لفتيات افينيون

لكن الاعتداء على المشاهد ليس الا نصف الفعل ، لان المشاهد ، كما تتصوره اللوحة من هذا الجانب لمسطحها ، يعيد بدوره السداد بنفس العملة .



شكل ١٠ - دراسة لفتيات افينيون

ان الشخصيات ، التسع أو العشر أو الاثنتى عشرة في لوحة Las Meninas تبدو غير منسقة وموزعة ، وهى تتوحد فقط فى اللحظة التى تمتد فيها الى عينى الرأى . أما انتقاد العلاقة الفورية بينها ، فيؤمن اعتمادها المشترك على رؤيته الحانية .



شكل ٧ - دراسة لفتيات افينيون

فى لوحة « فتيات أفينيون » ، كما فى لوحة La Meninas ، ما من شخصيتين تحتفظان بتلك العلاقة أو الرابطة التى تستبعدنا ، والشخصيات الوسطى الثلاث، تواجه المشاهد بمباشرة دافقة . وهى ليست فعالة ، كما انها ليست سلبية . ولكنها ببساطة يقظة ، مستجيبة لانتباه يقظ من جانبنا . والتحول بعيد عن الفعل السردى والموضوعى بقدر اقترابه من التجربة المتمركزة فى الرأى .



شكل ٨ - دراسة لفتيات افينيون

الاسترخاء والراحة أو الاحساس برد الفعل . ويمكن تشبيه هذه الحالة ، بالاختلاف بين التصنت على جماعة يبلغ بها الانغماس حد عدم الملاحظة ، أو دخول الردهة ، مثل الرجل الذى كن فى انتظاره . ان حضورنا يتم خارج المجموعة ، بينما يلعب سطح المائدة المدبب دور نقطة الارتكاز لارجوحة نوازن ، فاللوحة نهض امامنا ، لاننا نهبط بغايتنا الى أسفل .

ان اللوحة تسيج نفسها على نقطة حادة ، ويشقها من الاسفل مسطح مائدة حاد الزاوية ، محمل بمنقود فاكهة على مفرش أبيض . والمائدة تربط بين منهجين مبتورين ، والفراغ فى هذا الجانب من اللوحة يتحد مع المشهد المصور . وفى وسع أى شخص ان يلمس ان الصلبة تجمع بين النساء . اننا أيضا ندخل فى نطاق العمل ، مثل العميل الجالس على مسافة ذراع واحدة من طبق الفاكهة - سواء من حيث



شكل ١٢ - دراسة لفتيات آفنيون



شكل ١١ - دراسة لفتيات آفنيون



شكل ١٣ - دراسة مائية لفتيات آفنيون

( شكل ١٤ ) . يبين هذا الاسكتش اربعة بحارة في ملهى ليلي ضيق يشاهدون راقصتين . وقد صور الفنان الرجال الاربعة من زاوية خلفية ، في قطع نصفى مكبر Close-up . وفى وسعك ان تحيط ببنيان لوحة « فتيات أفينيون » بتخيل وجود كاميرا تتحرك فى الجزء الاوسط من اللوحة الى الداخل .

ان أفضل تعليق على عمل لبيكاسو القول بانه بيكاسو آخر . فالفنان يميل الى أن يكرر وينكهن بابتكاراته ، لذا تتحول عادة أكثر هذه الابتكارات غموضا الى سياق أشد بساطة . وهو مايجعل اسكتشا تخطيطيا له علاقة واضحة « بفتيات أفينيون » ، يفسر نوع الرابطة فيما بين الفراغات ، المقترحة فى العمل



شكل ١٤ - دراسة ( ١٩٠٧ )



وموضوع لوحه « سطح السفينة » يجعل انحراف سطح الارضية غير واضح . اننا نشاهد ماسة ترتفع مثل هرم . والسطح المصور ، فوق ارتفاع المياه ، أفقى عمودى . . وبعد مرور نصف قرن على هذه اللوحة ، يرسم بيكاسو ظله ، وهو يدلف الى داخل حجرة ، ليسقط على امرأة — انها نفس الفورية غير الحذقة للافقى والعمودى ( شكل ١٦ ) . وفى « فتيات أفينيون » يحافظ على التناقض بين العمق المنتصب بواسطة حافة المائدة المدببة الى أعلى . وتعد هذه الاستعارة البصرية للايلاج ، من أكثر الوسائل التى ابتكرها بيكاسو للايحاء بالحضور الفيزيقي للصورة ، شبقا .

فالمائدة لم تكن هناك فى البداية . ومن بين دراسات « فتيات أفينيون » المعروفة اسكتش صغير بالقلم الرصاص ، مزدحم بالتعديلات ( شكل ٢ ) . انه أول أربعة رسومات تسجل

اما الدليل على اهتمام بيكاسو الدائب بمثل هذه الاستثمارات ، فشائع فى اعماله المبكرة ، مثل لوحته الصغيرة التى ترجع الى عام ١٩٠١ ، والمعروفة باسم « على سطح السفينة » ( شكل ١٥ ) فنظروا الى أن الرقعة المصورة التقطت أثناء انحناء لسفينة شوهدت من بين سمن أخرى ، نصبح نحن ، المشاهدين ، رفاق رحلة على نفس ظهر السفينة . انها خاصة ، من خصائص بيكاسو فى جميع مراحلها ، أن يتكرر مواقف ذات أقصى درجة من المجاورة ، بحيث يجعل الطفرة من نقطة الادراك الى الشيء المدرك ، قريبة وفيزيكية .

وكما هو الحال بالنسبة « لفتيات أفينيون » تشق لوحة « سطح السفينة » من أسفل ، حيث يمتد القضيبي الاوسط مثل حربة . فالموضوع ، رابطة — أو معبر — من خارج هنا الى داخل جسم العرض التصويرى .



شكل ١٥ - على ظهر السفينة ( ١٩٠١ )

الزاوية ، كأنه بمتابعة عدوان على فراغ اللوحة التى تحتاج الى مواجهة العمق للعمل عليه .

وفي الرسم التالى ( شكل - ٤ ) فى حوزة متحف بازل ) ، يتأكد هذا القوس الواهن بينما يرتقى توازن حافة المائدة الى فراغنا . ثم يعود الفنان ، كأنه يريد ان يعكس اتجاه المائدة ، فيعيد النظر فى شكلها ( شكل ٥ ) - وتصبح حادة الزاوية ، موحيا بنهاية شكل اكبر حجما يصل الى داخل اللوحة من خارج هنا . ولاول مره يربط هلالها المزدهر على نحو قوى بجسم موجود فى الفراغ الحقيقى - الامر الذى نقره المرأة جالسة القرفصاء التى تدير رأسها محيية .

لانزال هناك بلانه تغيرات أخرى فى المائدة، وقد صممت جميعها للتعجيل بايلاجها : زاويتها غير المنحنية تتدبب بشكل حاد ( شكل ٦ ) : اما المزهرية كاملة الشكل فى شكل ٤ - فتتضاءل حجما لتأخذ شكل عمود وتتحرك جانبا لتفسح مكانا لحافة المائدة ، وفى النهاية يؤكد ، فى اللوحة الزيتية ، ظهور طرف المائدة كأنه طعنة فى قلب اللوحة ، وذلك بفضل وجود شريحة البطيخ قرنية الشكل . لكن الانعطاف الحرفى للمائدة المقتحمة يبقى سارى المفعول . فضلا عن ذلك : يرسل متوازيات عبر نصف اللوحة - مبتدئا من أعلى الجزء الأيسر .

لقد درجت على الشعور بالحيرة اراء تفكك اليد المسكة بالسستارة . ان قرب ظهور التكميلية ، بتقطيعاتها الروتينية ، لاعلاقة له بهذا ، لان عزل اليد كان قد ظهر فعلا فى تخطيطات التكوين الاولى ( اشكال ١٣ و ١٤ ) . لذلك فانفصال هذه اليد ، كملمح احتفظ به الفنان فى دراسات متتابعة ، ثم اكثفه فى اللوحة الاخيرة ، لابد أن يكون له وظيفة معينة . وهو يؤدي وظيفة بالفعل . فان ظهور اليد المفاجيء

مرحلة الشخصوس السبعة فى التكوين . والارضية ، تبعا لطبيعة التصميم الذى يتسببه النحت الفائر ، لانزال غير محددة ، وكذلك الحال بالنسبة لشغل السطح - وهناك مفعلاه فى احجام بعض الشخصوس لشغل مقدمة اللوحة ، ولم تظهر بعد المائدة الامامية .



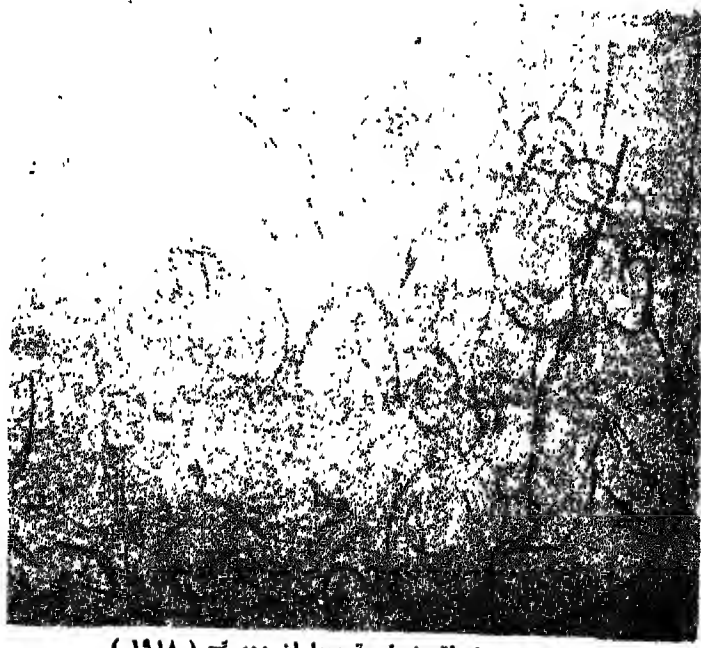
شكل ١٦ - غرفة نوم

فى ( شكل ٣ ) تتضح جميع المواقع ، وقد خففت المجموعة الوسطى ، وزحف الفراغ الى الداخل على قطر يمتد من اليسار الى اليمين ، ونحدد المقياس الكبير للمشاهد المحاط بالسستائر . اما النتيجة ، فهى انموذج للتكوين الباروكى ، الامر الذى يجعلنا نتساءل ما الذى جعل الفنان وهو فى هذه المرحلة المتقدمة لفنه ، يتخذ مثل هذه الخطوة المتخلفة . وربما نجد الاجابة على هذا السؤال فى تنقية الفراغ فى أسفل العمل . وهنا ، يتلمس الفنان ، فى مقدمة اللوحة ، قوسا غير واضح تماما أو شبح المائدة التى ستظهر فيما بعد . انه يدخل محورا قائم

الجانب الايسر من اللوحة ، للايحاء بالداخل .  
قارن ، على سبيل المثال ، التخطيط الذى  
يرجع الى عام ١٩١٨ لداخل تحفه الستائر  
( شكل ١٧ ) او اللوحة الصغيرة المترفة التى  
تصور مومسا عارية ممسكة بستارة منقوشة  
( شكل ١٨ ) - ويتضح من هذه اللوحة العلاقة  
التى تربطها بالمرأة المطابقة لها فى لوحة « فتيان  
افينيون » . وفى اللوحة الاخيرة ، كما فى جميع  
الدراسات الخاصة بها ، ننسدل الستارة على  
مقدمة المشهد ، وترتفع من عند القدم اليمنى

بأعلى جسم المرأة المقابل للستارة ، بدون وجود  
مايوحي بامتداد الذراع ، قد يكون مبررا اذا  
كانت حاسية الستارة التى تتبر لها اليد ،  
نسب الى الداخل ، بعيدا عن مسطح  
اللوحة . والمعتقد أن بيكاسو يريد هنا انسحابة  
مائلة ، يبررها وجود ذراع ممتدة ومرفوعة  
بزاوية قدرها ٣٠ درجة . وبذلك يصبح  
انفصال الذراع ايحاء بمسافة قصوى .

مرة اخرى ، تؤكد أعمال اخرى لبيكاسو  
انه لا يفكر بالضرورة فى استخدام الستائر فى



شكل ١٧ - امرأة مضطجعة وبهلوان ومهرج ( ١٩١٨ )



شكل ١٨ - عارية ممسكة بستارة منقوشة

وضع النائمة في لوحة « منظر من الشاطئ » في دينار » التي رسمها بيكاسو في عام ١٩١٨ ( شكل ١٩ ) أو وضع المسترخية في لوحة « العاريات » الباستيل التي رسمها عام ١٩٢٠ ( شكل ٢٠ ) حيث تجدد ساقا مثنية على الأخرى وأحد الذراعين فوق الرأس . وتعد مثل هذه الشخصيات بمثابة مسودة أو بروفة لوضع اتكاء مشروع .



شكل ١٩ - البحر في دينار ( ١٩١٨ )

وفكرة جعل الشخصيات المضطجعة عمودية لها سوابق . إذ نجدها في رسم « تيتيوس » لما يكل انجلو حيث يضطجع العملاق الذي ينزل به عقاب بأسفل وهو مقيد الى صخرة . وقد أعاد الفنان على ظهر الصورة رسم الشكل مرة أخرى كمسيح بعث حيا . حتى أن عبد مايكل انجلو المفشى عليه في متحف اللوفر ، يصبح صورة غير مستقرة ، نظرا الى أن وضعه الخاص بالحلم والنشوة أو الرغبة في الموت الذي طارد بيكاسو أثناء فترة « فتيات أفينيون » ، عمودى في حقيقته المادية فقط وليس في خضوعه الفيزيقي .

وفي عام ١٩٣٢ أنتج بيكاسو نفسه سلسلة من الرسومات تصبح فيها شخصية المرأة المضطجعة متخيلة . . واضحة . إذ تصور

للمرأة تجاه الذراع اليسرى الفضية في عمق الفراغ . والفرض من ذلك التعبير عن انحصارة الاجزاء العليا ، وليس ذلك من خلال منظور خطى أو هوائى ، أو عن طريق اللون أو الحلول الفيزيائية مثل التداخل ، بل من خلال اقناع اللفتة ، وحذف الذراع بين الرأس واليد - يدرك حدسنا التشريحى وحده قفزة في الفضاء . وأتر ذلك ذو حدين : يتقلص الفضاء الداخلى الى داخل في شكل خيمة ، بينما يؤكد الشكل المثلثى في أيسر التصميم ، سطح المائدة المندفع كأنه طعنة . كما نشعر أن الوسط السفلى وحافة المائدة العليا اليسرى ، تتألف فيما بينها في وحدة قلقة .

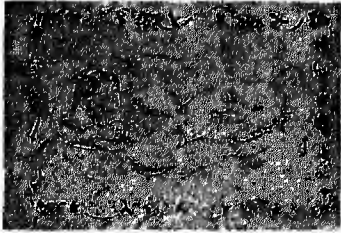
هنالك ما هو أبعد من ذلك . ففي منتصف الطريق بين الستارة والمائدة تتخذ العارية ذات المرفق المشرع الى أعلى شكل طعنة مماثلة . فقدماها المتدليتان المثنيتان ، خارج مجال الرؤية ليستا بقدى امرأة جالسة أو واقفة أو امرأة تقفز . . وهى تجلس في الواقع في الرسومات الأربعة الأولى ( ٢ - ٥ ) منتصبه القامة في مقعد ذى مسند مرتفع . ولكن هذا المقعد يختفى في الدراسات الاثنى عشرة التالية . وتفوص هى الى الوراء بحيث تبدو فى النهاية كجارية من جوارى الحريم . وبذلك تنتهى فى وضع اتكاء ولكن فى منظور عين طائر . وعندئذ تعكس حركتها حركة الستارة : وهى ليست انحناءة عمودية داخل قوس مائل ، وانما هى شكل مسحوب أو شكل قائم الزاوية . الا أن العنصرين ، الستارة والمرأة يحددان سطح اللوحة بنفس المشاعر المتضاربة الصارمة . وكلاهما يوازى سطح المائدة المتضارب من خلال إحياءات الوضع واللفتة وحدها .

ومرة أخرى يحسن فهم شخصية المضطجعة من خلال حالات التوازي . فالوضع نفسه



شكل ٢٠ - عرايا ( ١٩٢٠ )

« فتيات أفينيون » نظرا الى انها تظهر في عمل من أعمال الخزف لماتيس يرجع الى عام ١٩٠٧ ( شكل ٢٢ ) .



شكل ٢٢ - ماتيس - راقصة ( سيراميك )

الرسومات « ماري تيريز » عند حامل للرسم ، حيث تولد موديله وعشيقته صورتها . ولكن الشكل النائم تحت قدميها يبدو عموديا على لوحها ( شكل ٢١ ) . ولا بد أن فكرة العارية المضطجعة في وضع عمودي كانت موضع نقاش خلال العام الذي رسم فيه بيكاسو لوحته



شكل ٢١ - عارية

ولكن اهتمام بيكاسو في تلك السنوات لم يكن ، على غرار اهتمام ماتيس أو ماري تيريز أو مايكل أنجلو ، منصبا على تصوير مضطجعة تشكل مع سطح اللوحة زاوية قدرها ٩٠ درجة ، مثل يد تتحرك فوق ساعة حائط من الساعة التاسعة الى الساعة الثانية عشرة ظهرا . ويجسد بيكاسو من خلال الانحناء تجاه ثقل الرافعة الراديكالي ، شدة تراجع الظهر

العمودى الى السطح - كما يفعل فى لوحة زيتية صغيرة ترجع الى عام ١٩٠٨ ، « عارية نائمة وأشخاص » ( شكل ٢٣ ) .



شكل ٢٣ - مضطجعة وثلاثة أشخاص

والموضوع الاساسى هو تصوير عارية مضطجعة ، ساقاها ممددتان ، وبالرغم من ذلك يبدو شكلهما عموديا تقريبا على سطح اللوحة . وليعمق التنافر ، احاطها بيكاسو بثلاثة أشخاص قائمة حتى يهتز وضعها العمودى المفترض ، فى مواجهة اوضاع الشخصوس الثلاثة الاقرب الى الطبيعة . وحيث انها لم تصور فى شكل مستقيم ستظل كما لو كانت معزولة فى كبسولتها الفضائية الهزازة . . اقتراب بدون التحام . ووضع الرأس النائم الذى لايزال يتخذ نطاقا لم يتضاءل فى المجال ، يجعل الرأى يبذل جهدا اكبر ، اذ يتعين على المرء أن يدفع بروافع فكرية ليحتفظ بالمرأة المضطجعة راقدة .

• • •

بعد ذلك ، ننتقل الى لوحة « الجنية » ذات الحجم الطبيعى التى رسمها بيكاسو عام ١٩٠٨ ( شكل ٢٤ ) ، ولا يكفى أن نظل نؤكد لانفسنا أن هذه الماكينة الفظيعة ، التى تسحبنا الى دغلها ، تمثل خطوة نحو التكميلية التحليلية ، ذلك أنها كانت تعنى ما هو أبعد من ذلك بالنسبة لبيكاسو .



شكل ٢٤ - الجنية ( ١٩٠٨ )

ويفسر جانبها من معناها رسم معين باسم « شخصية نسائية » ( زيرفوس ) يرجع الى أواخر عام ١٩٠٥ ( شكل ٢٥ ) - وهو رسم تافه وبورنوجرافى ، ومخيف الى حد ما فى نفس الوقت - انه فانتازيا جهاز المرأة التناسلى المشقوق كقوس مفتوح ، أما مفتاح العقدة ففى مكانه حيث كتبت عبارة « من



شكل ٢٥ - شخصية نسائية ( ١٩٠٥ )

ليس من قبيل التجديف تذكر التحول المائل من النعمة الى النعمة على يدى المسيح فى المحاكمة الاخيرة .

انها صدمة من نوع مختلف ، ان ندرك من خلال الرسم التحضيرى ( شكل ٢٦ ) أن لوحة « الجنية » ، قد تم تصويرها وبلورتها تماما ، كعاهرة مسترخية ، ركبناها متباعدتان ، على مقعد طويل . فاللوحة حينئذ انتقال دقيق ، حتى بالنسبة لخطوط المقعد ذى المسندين التى

فضلك » . الوضع واللفتة دلالة على الدعوة والتوسل - هنا كما فى لوحة « الجنية » . لكن هذا لا يمثل الا نصف الدلالة ، لأن « الجنية » تشى بتغير سوداوى فى المزاج من اليسار الى اليمين ، من الرحيب الى التهديد . فاحدى اليدين ما زالت نشير بالدعوة ، ولكن الذراع اليسرى المثنية الى أسفل تضم قبضتها كهراوة . وموقف هذا الشكل متوعد للفاة ، كما أن المناقض الوجدانى الذى يعرضه بير الاضطراب والانزعاج ، حتى اننى اعتقد انه



شكل ٢٦ - الجنية

أعيد تفسيرها ، كنباتات خضراء ... الماخور مرتدا الى دغل . ويصبح المسقط الراسى تجاه المشاهد لما لا يزال يمثل وضع اضطجاع، بمثابة الكشف عن القوة .

تحمل المضطجعة المتهيجة في لوحة « فتييات أفينيون » شحنة شبكية مماثلة . فهى في الرسومات ( وخاصة في شكلى ٩ و ١١ ) ترقد الى الخلف ، مستثارة جنسيا ، ... « كامراة أفقية » كما يحلو للفرنسيين أن يسموا عاهراتهم . وهى تتخذ وضعاً مماثلاً لوضع المرأة في لوحة « رجل وامراة » التى ترجع الى عام ١٩٠٥ ( شكل رقم ٢٧ ) . وبمواجهة عميلها ، تصبح المقابل الامامى ، لجالسة القرفصاء التى لا تشعر بالخجل فى الجانب الايمن . الا ان نرقها وظهورها المفاجئ - فى الرسومات الاخيرة ، وخاصة فى اللوحة الزيتية - يستمدان من الشحنة السرية لوضعها الاصلى ، وهى وضع الامتداد المسترخى ، على نحو الوضع الذى لا يتحقق الا بالطفو أو الطيران أو الرقاد ، حيث لا يبذل اى جهد فى سبيل الاحتفاظ بالاستقرار . وبالتخلص من قوة الجاذبية ، تصل مثل القديفة .



شكل ٢٧ - رجل وامراة عاديان

هل تحقق هذا ؟ هل لا يزال الشكل الموجود فى اللوحة الزيتية يبدو فى وضع اضطجاع ؟ هنالك اجابتان محتملتان . فان مجرد انقضاء فترة طويلة دون ملاحظة اضطجاعها قد يكون دليلا على الفشل . ومن ناحية اخرى ، ربما

يكون فشلها هفوة من جانبنا نحن ، وهى هفوة قصيرة الاجل . فنحن نميل الى الادراك وفقا لبرمجتنا . وقد دربنا اعيننا طوال الثلاثين عاما الماضية على نسب « فتييات أفينيون » الى التكميلية . وربما يعودنا موقف أكثر تركيزا على رؤية « المشكلات العارية » لبيكاسو كشخص انسانية مرة أخرى . وعندئذ سيبدأ هذا الشكل بعينه يتأكد على مسطح اللوحة مثل « سرير مسحور » يرتطم بحائط ، وبذلك يتحقق نجاح هدف الفنان .

يمثل جانب كبير من الاضطراب فى النصف الايسر من اللوحة ، ثورة بيكاسو على سطح اللوحة الصلب . ان ما ينتفيه هو احداث ضربات متوترة . وانسدال الستارة يثبت عن طريق المرأة التى تمسك بطرفها العلوى . وشكلها الجانبى الصارم ينتهى عند مضجعه متهيجة تمثل تواما لعارية عمودية ، تتجاوز بدورها مجال المائدة المتطلع الى الدخول . ان رؤيتنا تتصاعد داخليا وخارجيا . ضفط متنوع ، مثل ابحار قارب فى اعالي البحار ، او نظير للطاقة الجنسية .

تشبيهات اباحية . ان التأثير الصريح للمضطجعة المنتصبة فى ركنها الضيق ، انما يهدف الى تأمين استقلالها الفراغى فى مجال من التفككات ، ضيق النطاق . وثبتت الرسومات ان هذه الخاصية للتفكك ، ليست اثرا جانبيا ، ولكنها برنامج تعمل اللوحة على اتماره .

فى الشكل رقم ٢ المشار اليه فيما قبل ، تجتمع جميع الشخصوس السبعة فى فراغ مشترك . الا أنه فى الرسمين التاليين ، تبدو ظلال الشخصوس الاربعة المنسحبة - وهى ثلاث سيدات ورجل عند المائدة - عن طريق فواصل من ستارة تستخدم كوسيلة للبروزة . اما الشخصوس الثلاثة الاخرى فتبدو متباعدة بطريقة أكثر دهاء : الرجل فى اليسار باتخاذ





شكل ٢٨ - الحريم

**والبورون ، كبديل جنسى ، يتردد فى عمل**  
آخر لبيكاسو خلال موسم « جوسول » نفسه  
- وهو عمل من أعمال الجواش يعرف باسم  
« ثلاث عاريات » ( شكل ٢٩ ) . وهذا العمل  
دراسة رصينة للوحة كبيرة تحمل ملاحظات  
كتبت بيد بيكاسو . لكن هذا المشروع لم  
يتحقق ، ربما لأن بيكاسو لم يستطع فى هذه  
اللحظة الخصبة أن يعمل بسرعة كافية تواب  
خياله ، ربما كانت فكرة العاريات الثلاث ، قد  
تقلب عليها مشروع فتيات افينيون الذى كان  
قد ثار فى ذهنه بالفعل .



شكل ٢٩ - ثلاث عرايا

وضعا ووظيفة هامشيتين ، والجالسة  
القرفصاء ، فى اليمين بتوجهها الفريد ،  
والجالسة فى مقعد عال . ويبدو كما لو كان  
بيكاسو ، حتى فى هذه المراحل المبكرة ، قد  
سعى الى وضع شخصه فى حظائر فضائية  
معرضة للانعزال . وفى اللوحة الزيتية ، اكتمل  
اخيرا عزل كل شخص عن باقى الشخص .  
ولم تعد توجد أية روابط فراغية . وأصبحت  
الفراغات الداخلية المحشورة ، مجالات للطرء  
المفناطيسي أو بمعنى آخر مجالات للتخثر .  
الا أن الفواصل الوطيدة الشهيرة فى « فتيات  
افينيون » ، جزء من التصور الأكبر ، اذ تؤكد  
الاستقلال المطلوب بالفعل للشخص . وما  
أعجوبة العمل النهائى ، الا ذلك التماسك  
المفروض على عناصر محملة بأقصى قدر من  
الفطرة .

كان بيكاسو قد وضع ، أصلا ، بحارا فى  
وسط تكوين « فتيات افينيون » وفى الرسومات  
الثلاثة الاولى ( أشكال ٢ و ٣ و ٤ ) نجده يقف  
فى وداعه خلف مائدته ، اما الشئ الذى نشاهده  
امامه ، فواضح انه « بورون » Porron  
والبورون - وهو قنينة معروفة فى اسبانيا  
تستخدم فى احتساء النبيذ بصبه داخل حلق  
المرء على غرار اوانى الماء الفخارية المستخدمة  
فى بعض البلدان العربية - يتميز بصنوبر  
منتصب . وقد بدأ فى الآونة الأخيرة يحرق  
بيكاسو . ففى أثناء اقامته فى جوسول Gosol  
فى منطقة جبال البرانس الاسبانية ، فى نهاية  
فصل الصيف للعام السابق ، رسم بيكاسو  
هذه القنينة فى ثلاث لوحات طبيعية صامته .  
ولكنه استخدمها ايضا بفاعلية فى تكوينين  
يرجعان الى عام ١٩٠٦ . وفى أول هذين  
التكوينين ويحمل اسم « الحريم » ( شكل ٢٨ )  
ليس المقصود ، بالتأكيد ، من الرجل أن يكون  
خصيا نظرا الى أن الخصيان لا يجلسون عراة .  
انه يسترخى كرجل مكتمل الفحولة فخور  
ويعبر عن ارادته المعتلة من خلال جاذبيته  
« بورونه » .

الشخصية الجنسية التقليدية معكوسة .  
 ويزداد تفهقه في الرسم الرابع ( شكل ٥ )  
 حيث يلف لنفسه سيجارة ، وفي دراستين  
 بقيتا على قيد الحياة ، أحدهما لرأسه والآخرى  
 رسم نصفى له ، يظهر هذا البحار في صورة  
 رجل رقيق خجول ، يعلو شفته العليا زغب  
 ناعم ، الامر الذي لا يتفق وتجسيد الرذيلة ،  
 والارجح انه مبتدىء خجول يلج لأول مرة عالم  
 ممارسة الجنس .

وهو في الثلاثة عشر رسما التالية ، يظل  
 وجودا طيفيا ، اذ لا يخلع عليه بيكاسو أى  
 فكر .

واخيرا في الشكلين رقمي ١١ و ١٢ - وهما  
 الرسمان اللذان ترفع فيهما المضطجعة مرفقا  
 نائما - يتخذ البحار الجالس وضعا واضحا ،  
 حيث يستند بذراعه الى المائدة . ولكنه يختفى  
 بعد ذلك مباشرة في الدراسة المائبة ( شكل  
 ١٣ ) الموجودة في حوزة متحف فيلادلفيا .

ولا مجال للشك في أن البحار كان ذا معنى  
 بالنسبة لبيكاسو . ولكن المعنى أخذ يختفى مع  
 اختفاء شكله . وينبغي استخلاص تفسير من  
 التضاد الذي قدمه بيكاسو بين الرجلين في  
 اللوحة - أحدهما في الداخل ذو مزاج مخنث  
 تغمره الانثوية ، بينما الآخر نصفه في الداخل  
 والنصف الآخر في الخارج ، يقف عند الفاصل ،  
 متقلبا في تحولاته وأوصافه الفلكة ، وتفسير  
 الجنسي النهائي .

ويصور رسوم الجواش عارية واقفة ، وقد  
 سحبت يدها اليمنى الى الخلف ، في اللقطة  
 النرجسية التي كان آخر استخدام لها في  
 لوحة « امرأتان » . وهناك عارية أخرى تجلس  
 في تكاسل مائلة الى الوراء على حافة فراش  
 وهى تدخن سيجارة . وكل من المرأتين تحديق  
 بتعاطف في الشاب الجالس عند أقدامها ، وهو  
 صبي رقيق يجلس على ركبتيه في حالة  
 انتصاب . وتقول ملحوظة بيكاسو « انه يمسك  
 بورون » ، والتطابق المرئي بين صنوبر البورون  
 وعضو تناسله ، له شهرة لم تعرفها اعمال  
 بيكاسو المكتملة التى تنتمى الى هذه الحقبة .

ان خاصية الذكورة في البورون التى لا  
 يخطئها أحد في عملين يسبقان « فتيات أفينيون »  
 مباشرة ، ترسخ معناها في الدراسات الاولى  
 لفتيات أفينيون فهى تحتل المركز الحيوى في  
 التصميم : على المائدة ، وفي مواجهة البحار ،  
 ومعالجة الفنان .

وفيما عدا ذلك يظل البحار مبهما . . . وهو  
 يشارك في الدراسات الاولى ( شكل ٢ ) اهتمام  
 الجميع بالوافد الجديد ، رغم أن وضعه بكتفيه  
 المستديرين ويديه المتدليتين تحت المائدة ،  
 يبدو رزينا بشكل غريب . وهو الرجل الموجود  
 بالداخل ، ومع ذلك فهو داخل هذه الجوقة  
 من العاهرات المسترجلات الخمس . وتميزه  
 الوحيد الذى حوفظ عليه في شكل ٣ و ٤ ،  
 يتركز في شخصيته المخنثة . وبذلك تبدو آثار

### حياة بيكاسو في سطور

— ١٨٨١ ولد بابلو بيكاسو في يوم ٢٥ أكتوبر في ملفه ( الاندلس ) ، أبوه خوزيه رويز بلاسكو وأمه ماريا بيكاسو لوبيز . لا يزال المسكن الذي ولد فيه قائما حتى الآن . كان أبوه مدرسا للرسم بمدرسة الفنون الجميلة والحرف « سان تيلمو » ، وأمين المتحف المحلي أنجب والداه ، بعد ذلك ، اختين « لولا » في عام ١٨٨٤ ، وكونشيتا في عام ١٨٨٧ .

— ١٨٩١ انتقلت العائلة في شهر سبتمبر الى جاليس Galice في « لاکوروني » حيث قام الاب بتدريس الرسم في معهد « داجواردا » Da Guarda . وفاة الاخت كونشيتا . تجلت مواهب الابن الخارقة . بهجر الاب دون خوزه التصوير ، ويهدى باليته والوانه وفرشاته لابنه اليافع بابلو .

— ١٨٩٥ بعد قضاء فترة في مدريد خلال شهر سبتمبر حيث يزور متحف البرادو ، وبعد قضاء عطلة الصيف في ملفه ، تنتقل اسرة بيكاسو الى برشلونه ، حيث يعين خوزه استاذ بمدرسة الفنون الجميلة « لا لونجا » La Lonja . يتم بيكاسو في يوم واحد العمل الذي يتطلبه اختبار القبول في المدرسة ، والذي كان يحدد له مدة شهر كامل .

— ١٨٩٧ قضاء الصيف في ملفه . يعود بابلو خلال الخريف الى مدريد حيث يقبل ايضا بسهولة في الاكاديمية الملكية لسان فرناندو ، والتي لم ينتظم فيها .

— ١٨٩٨ يدركه المرض والارهاق ، يعود الى برشلونه في الصيف ، ويسافر لقضاء عدة اشهر بين الفلاحين في « هورتا دي ابرو » لدى صديقه « بيلاريس » . ويقول بيكاسو « ان كل معارفي ، حصلت عليها في قرية بيلاريس .

— ١٨٩٩ الربيع . العودة الى برشلونه . التردد على كاباريه « القطط الاربع » حيث يلتقى بشباب المثقفين والفنانين في المدينة .

— ١٩٠٠ أكتوبر . أول رحلة الى باريس في صحبة صديقه كاساجيماس . يقيم في مونمارتر في محترف « نونيل » ، ٩ شارع جابرييل . العودة الى برشلونه في نهاية شهر ديسمبر .

— ١٩٠١ يقضى شهر يناير في ملفه ثم يتوجه الى مدريد حيث ينشئ مع فرانيسكو دي أسيس سولير مجلة Arte Joven ، التي يعكف على اعداد الرسومات لها . بعد قضاء فترة قصيرة في برشلونه ، يقوم بالرحلة الثانية الى باريس في صحبة خايم أندرو بونسونز . يقيم لدى مانوش ، ١٣٠ مكرر ٣ ، طريق كليشي . يعقد صداقة مع ماكس جاكوب . يعود الى برشلونه في نهاية العام .

— ١٩٠٢ أكتوبر . الرحلة الثالثة الى باريس في صحبة سباستيان خونير . يقيم في فندق مراكش ، شارع السين ، ثم في فندق « ديزيكول » شارع شامبليون ، وفي النهاية يقتسم مع ماكس جاكوب غرفة واحدة في طريق فولتير .

- ١٩٠٣ يعود الى برشلونة في بداية العام .
- ١٩٠٤ ابريل . يعود بيكاسو الى باريس للمرة الرابعة حيث يقيم بصفة نهائية . يشغل حتى عام ١٩٠٩ محترف باكو دوريو ، ١٣ شارع رافينيان ، في الباتور لافوار الشهير ، حيث يقيم أيضا اندريه سالمون وفان دونجن والذي يصبح بعد ذلك ملتقى الشعراء .
- ١٩٠٥ يلتقى بجوييوم أبولينير . يتخذ من فرناند اوليفيه رفيقة له . يقضى الصيف في « سشورل » بهولنده ، حيث يستضيفه صديقه توم سشيلبروت .
- ١٩٠٦ يلتقى بهنرى ماتيس لدى جيرترود وليو شتاين . يقضى الصيف في جوسول ، في أسبانيا ، في رفقة فرناند اوليفيه .
- ١٩٠٧ فتيات أفينيون . يلتقى بكاهنويلر ، الذي يفتح جاليري ، في ٢٨ شارع فينيون ، ويلتقى أيضا بجورج براك .
- ١٩٠٨ يقضى الصيف في لا ري - دي - بوا La Rue-des-Bois قرية صغيرة قريبة من « كريتيل » . ينظم داخل محترفه الحفل الشهير لتكريم دوانيه روسو .
- ١٩٠٩ يقضى جانبا كبيرا من الصيف في هورتا دي ابرو ، حيث يلتقى مرة أخرى بصديقه بيلاريس . وينتقل على اثر عودته الى ١١ طريق كليشى .
- ١٩١٠ يقضى الصيف في « كاداك » بأسبانيا ، لدى عائلة بيشو في رفقة فرناند اوليفيه وديران .
- ١٩١١ اول عطلة صيفية في « سيريه » ( البرانس - الشرقية ) حيث يقيم مانولو ، في صحبة فرناند اوليفيه وبراك .
- ١٩١٢ يقيم في البداية في « أفينيون » مع صديقه الجديدة مارسيل همبرت ( ايغا ) ، ثم في « سيريه » قبل أن ينتقل الى « سورج » ( فوكلوس ) في نفس الوقت مع براك . ينتقل لدى عودته من مسكنه في طريق كليشى الى الضفة اليسرى حيث يقيم في ٢٤٢ طريق راسبيل .
- ١٩١٣ يقضى الصيف في « سيريه » مع بواك وجوان جرى . وفاة والده في برشلونة . ينتقل من مسكنه في طريق راسبيل الى ٥ شارع شولشييه .
- ١٩١٤ يظل في أفينيون مع براك وديران حتى تندلع شرارة الحرب . يعود الى باريس في شهر نوفمبر .
- ١٩١٦ وفاة ايغا . ينتقل الى مونروج ٢٢٤ شارع فيكتور هيجو .

— ١٩١٧ فبراير . الرحلة الى روما مع جان كوكتو لاعداد تصميمات ملابس ومناظر باليه « الاستعراض » لفرقة الباليه الروسى ( سيرج دياجليف ) ، وموسيقى « ساتي » ، والذي قدم في ١٧ مايو على مسرح « شاتيليه » . يزور نابلى وبومبى . يقع في غرام اولجا كوكلوفاف ،

الراقصة بالباليه الروسى ، ويصاحب الفرقة فى رحلة الى اسبانيا ، حيث يزور برشلونة ومدربد .

— ١٩١٨ يتزوج من اولجا كوكلوفنا ويقيم فى ٢٣ شارع « لايوتى » . يقضى بعض الوقت فى برشلونة وبياريتس .

— ١٩١٩ يقوم برحلة الى لندن مع الباليه الروسى ، لاعداد تصميمات باليه « القبعة مثائلة الاركان » ، يقضى العطلة فى سان — رافائيل . يلتقى بجوان ميرو .

— ١٩٢٠ يقضى الصيف فى « دينار » .

— ١٩٢٣ يقضى الصيف فى كاب دانتىب ، حيث تلحق به امه .

— ١٩٢٤ يقضى العطلة فى جوان — لى — بان .

— ١٩٢٥ يقضى الربيع فى مونت كارلو حيث يرسم لوحة « الرقص » ، ويقضى الصيف فى جوان لى — بان .

— ١٩٢٦ يقضى الصيف فى جوان — لى — بان .

— ١٩٢٧ يقضى العطلة فى كان .

— ١٩٢٨ يقضى العطلة فى دينار حيث يعود فى السنة المقبلة .

— ١٩٣٠ يشتري شاتو دى بوا جيلوب ، بالقرب من جيسو ( الاور ) ، حيث يتوفر له محترفات رجة للنحت . يقضى الصيف فى جوان — لى — بان ، حيث يعود فى العام المقبل .

— ١٩٣٢ معرض شامل ضخيم فى باريس ( جاليرى جورج بيتى ) وفى زيورخ ( كونستهاوس ) . يلتقى بمارى تيريز فولتر .

— ١٩٣٣ رحلة الى كان والى برشلونة .

— ١٩٣٤ رحلة طويلة الى اسبانيا . رحلة الى كان . مشاكل زوجية وقطع العلاقة مع اولجا كوكلوفنا .

— ١٩٣٥ تعقيدات واستحالة الطلاق . يكتب قصائد شعرية ، ويحفر سلسلة المينوطور . مولد ابنته مايا .

— ١٩٣٦ العطلة فى جوان لى بان ، تم فى موجان فى رفقة دورا مار . معرض متجول فى اسبانيا . تندلع شرارة الحرب الاهلية فى شهر يوليو . يعين بيكاسو مديرا لمتحف برادو . يشتري مسكنا فى تريمبلاى ، يقيم فيه ، خلال فترات متقطعة حتى ١٩٣٩ .

— ١٩٣٧ يستأجر محترفا ضخما ، ٧ شارع جران - اوجستان ، حيث يرسم لوحة « جورنيكا » ، التي عرضت في الجناح الاسباني في معرض باريس الدولي . يقضى الصيف في « موجان » . وفي الخريف يقوم برحلة قصيرة الى سويسرا حيث يزور بول كلي .

— ١٩٣٨ يقيم في موجان ، ثم في تريمبلاي .

— ١٩٣٩ معرض شامل ضخم في متحف الفن الحديث في نيويورك . وفاة امه . تفاجئه الحرب في انتيب حيث يرسم لوحة « الصيد في الليل » . يعتكف طوال عام في رويان .

— ١٩٤٠ سبتمبر . العودة الى باريس التي لا يتركها طوال سنوات الاحتلال .

— ١٩٤١ يكتب مسرحية صغيرة ساخرة باسم « الرغبة مشدودة من ذيلها » تنشر في عام ١٩٤٣ و تعرض في ١٩ مارس ١٩٤٤ في مسكن ليري ، ويشترك في اداء ادوارها فنانون وكتاب ، من بينهم سارتر وكامو .

— ١٩٤٤ بعد تحرير باريس في ٢٥ أغسطس ، يعلن انضمامه الى الحزب الشيوعي الفرنسي . يخصص جناح لاعماله في معرض صالون الخريف تكريما له .

— ١٩٤٥ معرض في لندن ( بالاشتراك مع ماتيس ) وفي بروكسل . يقضى الصيف في جولف - جوان وفي منيرب . في شهر نوفمبر ، بداية نشاط مكثف في فن الحفر في محترف مورلو .

— ١٩٤٦ يقضى جانبا كبيرا من العام في الكوت دازور برفقة فرانسواز جيلو التي انجب منها طفلين ، كلود في عام ١٩٤٧ ، وبالوما في عام ١٩٤٩ . يضع امين متحف انتيب تحت تصرفه قصر جريمالدي ، حيث يعمل اكثر من اربعة أشهر ، ثم يترك في مخازن القصر مجموعة « انتيبوليس » التي نفذها خلال هذه الفترة .

— ١٩٤٧ رحلة الى جولف - جوان . يبدأ في فالوري نشاطه كخزاف في مصنع مادورا ، لدى أسرة رامي .

— ١٩٤٨ أغسطس . رحلة الى بولندا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام . أكتوبر . ينتقل الى فالوري ، في فيلا « لا جواز » الصغيرة .

— ١٩٤٩ معرض لاعمال الخزف في « بيت الفكر الفرنسي » في باريس .

— ١٩٥٠ رحلة الى انجلترا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام .

— ١٩٥١ رحلة الى ايطاليا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام .

— ١٩٥٢ ينفلد تكوينين ضخمين : الحرب والسلام ، اللذين ينتقلان بعد ذلك الى كنيسة صغيرة في فالوري .

— ١٩٥٣ معارض شاملة في ليون وميلانو وسان باولو ، انفصال فرانسواز جيلو ويكاسو .

— ١٩٥٤ يغني عطلة الصيف في البرانس — الشرقية . تصبح جاكليين روك رفيقته ، وبعد وفاة اولجا ( ١٩٥٥ ) ، يتخذ منها زوجة ( فبراير ١٩٥٨ ) . ينتقل الى باريس في الشتاء حيث يقوم بتنفيذ مجموعة من خمسة عشر تنويعا على لوحة « نساء جزائريات » لديلاكروا .

— ١٩٥٥ ينتقل الى فيلا « لكاليفورني » في كان . معارض شاملة هامة في باريس .

— ١٩٥٧ يقوم بتنفيذ مجموعة من التنويكات على لوحة Las Meninas لفيللا سكوير . معرض شامل ضخمة لاعماله في نيويورك .

— ١٩٥٨ فبراير . ينفذ تكوينا حائطيا ضخما لمقر اليونسكو الجديد في باريس .

— ١٩٦٠ معرض شامل هام في لندن .

— ١٩٦١ ينتقل الى ماس نوتر — دام — دي — في موجان . ينفذ سلسلة من الرسومات واللوحات مستوحاة من « الغداء على العشب » لمانيه .

— ١٩٦٢ معرض شامل هام في نيويورك .

— ١٩٦٤ معارض شاملة ضخمة في كندا وفي اليابان .

— ١٩٦٦ معارض واحتفالات في جميع انحاء العالم بمناسبة عيد ميلاده الخامس والثمانين .

— ١٩٧١ معارض واحتفالات ومقالات نقدية وكتب ، بمناسبة الاحتفال بعيد ميلاده التسعين .

— ١٩٧٣ ٨ ابريل وفاة الفنان العظيم .



« المعارض »

- ١٩٠١ باريس ، جاليري امبرواز فولار .
- ١٩١٣ ميونيخ ، جاليري تانهاوزر الحديث .
- ١٩٢٠ باريس ، جاليري پول روزنبرج .
- ١٩٢١ لندن ، ليستر جاليريز .
- ١٩٢٢ ميونيخ ، جاليري تانهاوزر الحديث .
- ١٩٢٤ باريس ، جاليري پول روزنبرج .
- ١٩٢٦ باريس ، جاليري پول روزنبرج .
- ١٩٣٠ شيكاغو ، آرتس كلوب .
- ١٩٣٢ باريس جاليري جورج بيتي .
- زيورخ ، كونستهاوس .
- ١٩٣٩
- الى نيويورك ، متحف الفن الحديث وشيكاغو ، معهد الفن .
- ١٩٤٠
- ١٩٤٤ باريس ، صالون الخريف .
- ١٩٤٩ باريس ، بيت الفكر الفرنسي .
- ١٩٥٣ ليون ، متحف الفنون الجميلة .
- روما ، المتحف الوطني للفن الحديث .
- ميلانو ، بلاتسو رياتي .
- ١٩٥٤ سان پاولو ، متحف الفن الحديث .
- باريس ، بيت الفكر الفرنسي .
- ١٩٥٥ باريس ، متحف الفنون الزخرفية .
- ميونيخ ، هاوس دير كونست .
- ١٩٥٦ كولونيا ، متحف الراين وهامبورج ، كونستهل .
- ١٩٥٧ نيويورك ، متحف الفن الحديث ، شيكاغو ، معهد الفن .
- ١٩٥٨ فيلادلفيا ، متحف الفن .
- ١٩٥٩ مارسيليا ، متحف كاتيني .
- باريس ، جاليري لوى ليري .
- ١٩٦٠ لندن ، متحف التيت .
- ١٩٦١ لوس انجلوس ، متحف الفن بجامعة كاليفورنيا .
- ١٩٦٢ نيويورك ، بيكاسو ، تحية امريكية .
- باريس ، جاليري لوى ليري .
- ١٩٦٣ لوسرن ، جاليري روزنبرج .
- ١٩٦٤ مونتريال ، متحف الفنون الجميلة ، وتورونتو ، متحف الفن .
- طوكيو ، وكيوتو وناجويا .
- ١٩٦٥ تولوز ، متحف اوجستين ، بيكاسو والمسرح .





## سفر التكوين كأسطورة

عرض وتحليل : الدكتور محمد أبوهريرة

جميعا جذبا للاهتمام . وكان أصحاب التحليل البنائي قد استطاعوا تطوير بعض آرائهم قبل الستينات بكثير . نذكر منهم على سبيل المثال العالم الألماني « أندريه يوليس » A. Jolles في كتابه « الأشكال البسيطة » (١) ( ١٩٣٠ ) . ويمثل هذا الكتاب محاولة لتحديد الأشكال الأولية الأساسية للتعبير الشعبي الأدبي . كما يدخل ضمن هذه الفئة **اللورد راجلان** Raglan (البطل) ( ١٩٣٠ ) . وقد حدد في هذا الكتاب تحديدا محكما النمط العام لأحداث حكايات الأبطال الكلاسيكية والأسطورية . تم جاءت دراسة العالم الروسي **فلاديمير بروب** V. Propp التي نشرت لأول مرة باللغة الروسية في عام ١٩٢٨ ، ثم صدرت لها ترجمة

**مقدمة : الاتجاهات البنائية في دراسة الأدب الشعبي :**

هذا الكتاب محاولة لتطبيق منهج التحليل البنائي ( كما هو معروف عند **ليفى ستروس** ) على بعض قصص الكتاب المقدس . ولما كانت النظرة البنائية تمثل المنطلق الأساسي لمؤلف الكتاب ، والخلفية العامة لكل ما يطرحه في كتابه من قضايا ، فقد يكون من الأفضل أن نبدأ بإشارة سريعة إلى أبرز الاتجاهات البنائية المعروفة في دراسة الأدب الشعبي .

تمثل البنائية أكثر النظريات التي ظهرت في دوائر الفولكلور إبان الستينات تأثيرا ، وأكثرها

\* Edmund Leach, Genesis as Myth and other Essays, Cape Editions, London, 1969.

انجليزية في عام ١٩٥٨ بعنوان « مورفولوجية الحكاية الشعبية » (٢) .

هنود أمريكا الشمالية فشرحها على أساس مجموعات أو « حزم العلاقات » .

وقد قام **الآن دندس** A. Dundes بتطبيق هذا الاتجاه في التحليل البنائي على مجموعة من الحكايات الشعبية عند هنود أمريكا الشمالية في كتابه « مورفولوجية الحكايات الشعبية عند هنود أمريكا الشمالية » (٢) (١٩٦٤) . وبذلك استطاع دندس أن يطبق التحليل البنائي على مجموعة من الحكايات التي كانت تعتبر في الماضي عديمة الملامح ، كما استطاع أن يقدم تصوره للنظرية البنائية من منظور فكري رحب . كذلك قام بعض علماء الفولكلور الشباب الآخرين من جيل دندس بصياغة بعض النماذج البنائية الخاصة في الرسائل العلمية وفي المقالات .

ويقارن **ريتشارد دورسون** R. Dorson هذين الاتجاهين الأساسيين في التحليل البنائي للأنواع الأدبية الشعبية فيقول : « نلاحظ أن نسق ليفي شتروس يعتمد على تصنيف وترتيب الملامح القصصية في الاسطورة على نحو معين بحيث تكشف عن البناء الكامن وراء تلك الملامح ، بينما يتتبع نسق بروب خط القصة نفسه . وتمثل هاتان النظريتان أبرز أنواع التحليل البنائي ، اللتان يقترح دندس أن نطلق عليهما مصطلحي : المنهج النموذجي Paradigmatic ، والمنهج التركيبي Syntagmatic ( اشتقاقاً من مصطلح Syntax أي بناء الجملة ، وهو ترتيب كلمات الجملة في أشكالها وعلاقاتها الصحيحة ) . وذلك على أساس أن ليفي شتروس يسعى إلى التوصل إلى المثال أو النموذج Paradigm ، أو الإطار التصوري الكامن وراء الاسطورة ، على حين يضع بروب بناء الحكاية ( أو ترتيب أجزائها في أشكالها وعلاقاتها الصحيحة ) في المحل الأول من اعتباره . وتسمى هذه الأساليب البنائية وغيرها إلى تخفيض الأنواع الفولكلورية إلى نماذج وصيغ عامة .

والى جانب هذا الاتجاه قدم عالم الأنثروبولوجيا الفرنسي **كلود ليفي شتروس** منهجاً آخر من مناهج التحليل البنائي للنصوص الفولكلورية قائماً على النظرية اللغوية . وقد اقترح في مقال هام نشره بعنوان « الدراسة البنائية للاسطورة » (٤) اتجاهها جديداً تماماً في تفسير الأساطير . فقد كانت المدارس القديمة تحاول دائماً التوصل إلى بعض الاستنتاجات من واقع المقارنة المبسطة بين الأساطير والثقافة التي تعيش فيها . فكانت الأساطير في نظرهم أما تعكس وقائع الثقافة أو تشوهها . ولكن لماذا اذن تتصف الأساطير بكثير من الملامح المتشابهة في أرجاء العالم المختلفة ؟ يعتقد ليفي شتروس أننا يمكن أن نعثر على اجابة على هذا التساؤل في البناء المنطقي الموجود داخل العقل الانساني ، بما في ذلك العقل « البدائي الهمجي » . وقد استشهد ليفي شتروس بأسطورة أوديب وبعض أساطير

وكما أشرنا في البداية فان **ادموند ليتش** يقدم لنا في الكتاب الذي نعرض له هنا محاولة لتطبيق النظرية البنائية الثانية ( ليفي شتروس ) على بعض قصص الكتاب المقدس .

### المؤلف والكتاب :

مؤلف هذا الكتاب **ادموند ليتش** Edmund Leach واحد من ألمع علماء الأنثروبولوجيا البريطانيين المعاصرين ، ولد في

Morphology of the Folktale (٢)

The Morphology of North American Indian Folktales. (٣)

The Structural Study of Myth, in Journal of American Folklore, LXVIII (٤)  
(1955), 428-444.

ويحمل هذا الكتاب عنوانا له اسم أحد المقالات الثلاث التي تمثل كل محتوياته ، وأعني هنا المقال الأول : « سفر التكوين كأسطورة » .

وقد سبق للمؤلف ان نشر هذه المقالات في أماكن متفرقة ، فنشر المقال الأول « سفر التكوين كأسطورة » لأول مرة في مجلة « ديسكفوري » Discovery ( التي اندمجت الآن في ساينس جورنال ) Science Journal المجلد الثالث والعشرين ، مايو ١٩٦٢ . أما المقال الثاني المعنون « حقيقة سليمان » فقد نشر لأول مرة في « المجلة الأوروبية لعلم الاجتماع » ، المجلد السابع ، عام ١٩٦٦ ، من صفحة ٥٨ الى صفحة ١٠١ . ونشر المقال الثالث وعنوانه « الولاية العذرية » في أعمال المعهد الانثروبولوجي الملكي لبريطانيا العظمى وأيرلنده عام ١٩٦٦ .

ويقع الكتاب في نحو مائة وعشرين صفحة من القطع الصغير ، يشغل المقال الأول فيه المساحة من صفحة ٧ الى صفحة ٢٣ ، والمقال الثاني من ص ٢٥ الى ٨٣ والثالث من ص ٨٥ - ١١٢ . أما بقية صفحات الكتاب فقد خصصها المؤلف للحواشي والمراجع ، وبعض القراءات المقترحة .

على اننا لا نرى في المقال الأول ما يميزه عن سائر المقالات بحيث يستحوذ على عنوان الكتاب ، اللهم انه أقدمها جميعا وأسبغها الى النشر . أما فيما عدا هذا فواضح ان عنوان هذا المقال هو أكثرها جميعا طرافة وجذبا للقارئ ، ولا بد ان يكون وقع الاسم على أذن القارئ قد لعب دورا - على الأقل لدى الناشر - في تفضيله اسما للكتاب كله .

أما المقال الرئيسى في الواقع بين هذه المقالات الثلاث فهو المقال الثاني . لأنه من الناحية الشكلية البحتة يشغل أكثر من مساحة المقالين الآخرين مجتمعين ، وهو من الناحية الموضوعية

بريطانيا عام ١٩١٠ ، ودرس الرياضيات والعلوم الميكانيكية في جامعة كيمبردج ، وحصل على درجة الليسانس في الآداب من تلك الجامعة عام ١٩٣٢ . والتحق بخدمة الحكومة بعد تخرجه من الجامعة ، حيث اشتغل عدة سنوات في الصين ، عاد بعدها الى إنجلترا ، حيث شرع في دراسة الانثروبولوجيا الاجتماعية على كل من **مالينوفسكى** و **ريموند فيرث** . واستعد في إطار دراسته هذه للقيام برحلة علمية الى كردستان في عام ١٩٣٨ ولكنها أخفقت بسبب الظروف الدولية آنذاك التي سبقت اندلاع الحرب العالمية الثانية . وقد كانت نفس تلك الظروف سببا في فشل ترتيباته للقيام برحلة علمية جديدة طويلة الى بورما في عام ١٩٣٩ . ثم قدر له ان يجوب معظم الاجزاء الشمالية من بورما في الفترة من خريف ١٩٣٩ حتى صيف ١٩٤٥ بوصفه ضابطا في جيش بورما . وبعد ان وضعت الحرب العالمية أوزارها عاد الى بريطانيا حيث حصل على درجة الدكتوراه في عام ١٩٤٧/١٩٤٨ . وقام في أعقاب ذلك بإجراء مسح في ساراواك (٥) . ثم عين عضواً بهيئة التدريس بمدرسة الاقتصاد والعلوم السياسية التابعة لجامعة لندن . وتخلّى عن وظيفة أستاذ مساعد بهذه المدرسة في عام ١٩٥٣ ، لكي يعود مدرسا بجامعة كيمبردج ، وهي الوظيفة التي شغلها من تلك السنة وحتى عام ١٩٥٨ ، حيث رقى بعدها الى وظيفة أستاذ مساعد بتلك الجامعة . وفي عام ١٩٦٦ خلف **اللورد أنان** Annan كعميد لكلية كينج « بجامعة كيمبردج » . حتى كانت محاضرات **ريث** Reith Lectures التي القاها عام ١٩٦٧ مناسبة سلطت عليه الاضواء ولفتت اليه انظار الجميع . ولكنه ظل مع ذلك على حرصه على متابعة بحوثه ونشاطه العلمي كواحد من أبرز علماء الانثروبولوجيا الاجتماعية في بلاده .

( ٥ ) ساراواك Sarawak : إحدى اجزاء دولة ماليزيا ، تقع على الساحل الشمالي الغربى لجزيرة بورنيو ، يناهز عدد سكانها ثلاثة ارباع المليون ( من الملاييين والصينيين اساسا ) وعاصمتها كوتشينج .

ويوجد هذا النمط العام في بناء كل أسطورة أو نسق أسطوري معين . اذ تبدأ الأسطورة بتميز أولا بين الآلهة والبشر ، ثم تهتم بعد ذلك بالعلاقات والصلات التي تربط بين البشر والآلهة . ويشير المؤلف الى أن هذه الجوانب موجودة ضمنا في التعريف المبدئي الذي قدمه .

### أ - قصة خلق الكون :

يمثل تحليل التركيب التثنائي للأسطورة أحد الانجازات الرئيسية التي تدين بها دراسة الاساطير لاسهامات ذلك الفرع الثانى المشار اليه من الاتجاه البنائى . وهو الاتجاه الذى ارتبط باسم **رومان جاكوبسون** ، ثم باسم **كلود ليفى ستروس** .

بوضوح ليتش في البداية ان التناقضات الثنائية سمة جوهرية من سمات عملية التفكير الانسانى . فالشيء حى أو غير حى ، ولا يستطيع الانسان ان يصوغ تعبيرا يوضح مفهوم الشيء « الحى » الا من خلال الاشارة الى نقيضه وهو الشيء « الميت » . كذلك البشر اما ذكور او غير ذكور . وافراد الجنس الآخر اما يمكن الاتصال بهم جنسيا ولا يمكن . وتلك هى بوجه عام اكثر أنواع المقابلة أهمية في التجربة الانسانية باجمعها .

وتهم الأديان في كل مكان بالنوع الأول من المقابلة ، واعنى المقابلة بين الحياة والموت . فالدين يحاول - في رأى المؤلف - أن ينكر الرابطة الثنائية بين الكلمتين . وهو يفعل ذلك من خلال خلق الفكرة الفيضية عن « العالم الآخر » ، وهو : ارض الموتى التى توجد فيها الحياة الأبدية . ونلاحظ أن الصفات التى تضافى على ذلك العالم الآخر هى بالضرورة تلك التى لا تنطبق على عالمنا هذا : فالنقص والقصور في هذا العالم يقابله الكمال في العالم الآخر من كل وجه من الوجوه . الا أن هذا الترتيب المنطقى للأفكار تترتب عليه نتيجة غير منسجمة معه في الواقع ، اذ ينتمى الله الى ذلك العالم الآخر . ومن ثم تصبح « المشكلة » المحورية في الدين هى محاولة خلق نوع من الصلة بين الانسان والله .

كذلك الشأن بالنسبة للعلاقات بين الجنسين ( الذكور والاناث ) . فلدى كل مجتمع بشرى قواعد معروفة فيما يتعلق بالزنا بالمحارم والزواج من الخارج . وعلى الرغم من أن تلك القواعد تختلف من مجتمع بشرى لمجتمع آخر فانها تعنى دائما - في أى زمان أو مكان - أن جميع الاناث تنقسم بالنسبة لأى ذكر الى فئتين اثنتين على الأقل : نساء **منا** تكون العلاقات الجنسية معهن عبارة عن زنا ، ونساء **لسن منا** ، يباح الانصال الجسدى بهن ، ولكننا سرعان ما ندخل في تناقض مرة أخرى . اذ كيف كان الوضع في بداية الخليقة ؟ فادا كان آباؤنا الأوائل أشخاصا ينتمون الى نوعين مختلفين ، فماذا كان ذلك النوع الآخر ؟ ولكن اذا كانوا جميعا من نوعنا نحن ، فلا بد أن العلاقات بينهم كانت عبارة عن زنا بالمحارم ، ومن ثم فنحن كلنا أبناء خطيئة . وتقدم اساطير شعوب العالم حلاولا مختلفة ومتعددة لهذه المعضلة الفكرية الطفولية . ولكن الاهتمام الذى تحظى به يدل على أنها تنطوى في حقيقة الأمر على أعمق المشكلات الخلقية التى تهم الانسان . ولكن المعضلة تظل هى هى كما كانت من قبل . فاذا كان منطق تفكيرنا يقودنا الى تمييز « **النحن** » عن « **الآخرين** » ، فكيف يمكننا أن نعبر الهوة ونخلق علاقات اجتماعية وجنسية مع « هؤلاء الآخرين » دون أن نضحى بمفاهيمنا أو نختلف معها ؟

وهكذا نجد أن هذا الجانب من جوانب الاسطورة يظل ماثلا وملحا رغم اختلاف البيانات وتعدد المذاهب . اذ لا زلنا نجد في كل نسق أسطوري سلسلة ثابتة من المقابلات الثنائية ، كالمقابلة بين ما هو بشرى وما هو فوق بشرى ، وبين الفانى والباقي ، وبين الذكر

العامة ، ينتقل الى استعراض ثلاث قصص من سفر التكوين في الكتاب المقدس هي : قصة خلق العالم في ستة ايام . وقصة جنة عدن ، وأخيرا قصة قابيل وهابيل . وهو يتبع نفس أسلوب التحليل البنائي للقصص الثلاث ، بحيث أن استعراض احداها يكفي لاعطاء فكرة كافية عن الكل . وفيما يلى تحليله لقصه خاق العالم .

**اليوم الأول :** تمييز السماء عن الارض ، والنور عن الظلام ، والنهار عن الليل ، والمساء عن الصباح .

**اليوم الثانى :** الماء ( الخصب ) فى السماء ( أى المطر ) ، والماء العقيم فى الارض ( أى مياه البحر ) ، تتوسط بينهما السماء .

**اليوم الثالث :** البحر فى مقابل اليابسة . تتوسط بينهما « الحشائش الخضراء ، وبدور الأعشاب ( نباتات الحبوب : القمح والشعير والذرة والأرز ) ، وأشجار الفاكهة » . وهذه النباتات جميعا تنمو على الأرض اليابسة ولكنها تحتاج لنموها الى الماء . وهى تصنف كأشياء « تحمل بذورها فى داخلها » ، ومن ثم تختلف عن الأشياء الأخرى التى تتولد عن امتزاج جنسين كالحيوانات والطيور . الخ . وبذلك اكتمل خلق العالم ككيان ثابت ( أى ميت ) ، وتقابل مرحلة الخلق هذه خلق الأشياء المتحركة ( أى الحية ) .

**اليوم الرابع :** وضع كل من الشمس والقمر المتحركين فى السماء الثابتة الساكنة . وأصبح كل من النور والظلام بمثابة بديلين ( كما أن الحياة والموت أصبحا بديلين ) .

**اليوم الخامس :** خلق السمك والطيور كأشياء حية تقابل تعارض البحر واليابسة السابق الإشارة اليه ، ولكنهما يمثلان فى نفس الوقت عوامل وسيطة بين السماء والأرض من ناحية وبين الماء المالح والماء العذب من ناحية أخرى .

**اليوم السادس :** خلق الماشية ( الحيوانات

والإننى ، وبين المشروع وغير المشروع ، وبين الخير والشر . . . . . الخ يسبعا دائما نوع من « الوساطة » بين كل من هذين النوعين المتقابلين .

ونتم تلك « الوساطة » Mediation دائما عن طريق ادخال نوع ثالث « غير سوى » أو « شاذ » فى ضوء المفاهيم العقلية العادية . وهكذا نجد الأساطير مليئة بكائنات خرافية عبارة عن وحوش خرافية ، وآلهة متجسدة ، وأمهات عذارى . . . . الخ . فهذا النوع الثالث غير قياسى أو شاذ بالقياس الى تلك المفاهيم النمطية ، وهو كذلك من طبيعة مختلفة ، وهو أخيرا شىء مقدس . وهو دائما البؤرة التى تدور حولها كل المحرمات Taboo وكل الأوامر والنواهي الشعائرية .

ويشير ليتش الى تطبيقات لهذه الافكار فى دراسة أساطير شعوب معينة مما أنجزه الباحثون البنائيون . ويشير على وجه الخصوص الى أساطير شعب البويبلو Pueblo الهندي الأحمر التى تركز على المقابلة بين الحياة والموت . فنجد فى هذه الأساطير تقسيما للعالم الى ثلاثة أنواع : الزراعة ( وتعنى الحياة ) ، والحرب ( وتعنى الموت ) ، والصيد ( وهو نوع وسيط بين النوعين حيث أنه يعنى حياة للبشر ، ولكنه يعنى موتا للحيوانات التى يجرى صيدها ) . ويشير الى أساطير أخرى من نفس المجموعة تحدد تقسيما ثلاثيا مختلفا عن هذا : الحيوانات آكلة الحشائش ( أى تلك التى تعيش بدون قتل ) ، والضواري ( التى تعيش من خلال قتل حيوانات أخرى ) ، والمخلوقات آكلة الجيفة ( وهى نوع وسيط بين النوعين طالما أنها تأكل اللحم ، ولكنها لا تقتل لكى تأكل ) . ويقرر المؤلف أنه يهدف من وراء حشد كل هذه الرموز الى أن يوضح أن الحياة والموت ليسا بالتحديد وجهي عملة واحدة ، فليس الموت هو بالضرورة المرحلة التى تعقب الحياة . ( صفحات ٩ - ١٢ من الكتاب ) .

بعد أن فرغ المؤلف من مناقشة تلك القضية

التكرار ، والقلب ( أو العكس ) والتنويعات يمكن أن تدعم « رسالة » واحدة متسقة . ويقول عن ذلك : « اننى لا اعنى أن ذلك هو النمط البنائى الوحيد الذى تنطوى عليه تلك الأساطير » . ( ص ٢٢ من الكتاب ) .

ويستطرد المؤلف قائلا : « على أن طرافة التحليل الذى قدمته لا يكمن فى الحقائق وانما فى عملية التحليل نفسها . فبدلا من النظر الى كل أسطورة كتنىء فائم بنفسه له « معناه » الخاص به ، يفترض - منذ البداية - أن كل أسطورة تمثل جزءا من كيان مركب وان أى نمط يظهر فى أسطورة معينه سوف يتكرر ، سواء بنفس الصورة او فى صورة تنويعه عليه ، فى أجزاء أخرى من هذا الكيان المركب . ومن ثم يتضح البناء المشترك بين جميع التنويعات عند مطابقة عدة روايات مختلفة ببعضها » .

• • •

#### ب - حقيقه سليمان :

يسعى المؤلف فى هذا الفصل الثانى الى التحقق من حقيقة التناقض فى بيانات العهد القديم عن أصل سليمان . فبدأ أولا بتفريغ وجود هذا التناقض ، ثم يحاول أن يقدم تفسيراً لوظيفة هذا التناقض ودلالته . ومن خلال محاولة تفسير هذا التناقض ، يفتننا بأن النظر الى العهد القديم كأسطورة كفىل بأن يفسر هذا التناقض ويجعل له دلالة . ثم ينتقل أخيراً الى التركيز على نقطتين بالدات فى دراسة هذا التناقض .

ففيما يتعلق بالتناقض فى بيانات العهد القديم حول أصل سليمان ، يلاحظ ليتش أن التوراة - من ناحية - تحرم الزواج بين اليهود وغير اليهود ، وخاصة سفر نحىما ، تحريماً قاطعاً . ولكننا نجد - من ناحية أخرى - فى سلسلة نسب سليمان أن داود من أصل نصف موآبى ( أى غير اسرائيلى ) . فهناك اذن نوع من التناقض فى هذا .

الآلية ( ، والضواري ، الحيوانات المتوحشة ) ، والزواحف . وتقابل هذه الأشياء الثلاثة التقسيم الثلاثى الذى سبقت الإشارة اليه فى اليوم الثالث . الا أن الحشائش هى فقط المخصصة لأطعام الحيوانات . اما كل شىء آخر ، بما فى ذلك لحوم الحيوانات ، فمخصص لاستخدام الانسان . ثم جاء فيما بعد فى سفر اللاويين ( الاصحاح الحادى عشر ) أن المخلوقات التى لا تندرج تحت هذا التقسيم الصارم للعالم - من هذا مثلاً الأحياء المائية الى لا زعانف لها ، والحيوانات والطيور التى تأكل اللحوم أو الأسماك ... الخ - هذه المخلوقات تصنف كأشياء « مكروهة » . والزواحف والأشياء الزاحفة تعتبر شاذة بالنظر الى الأنواع الرئيسية : الطيور ، والأسماك ، والماشية ، والضواري ، ومن ثم تعتبر مكروهة منذ البداية . ( انظر سفر اللاويين ، الاصحاح الحادى عشر ، الآيات ٤١ - ٤٢ ) . ثم يؤدى هذا التصنيف بدوره الى تناقض شاذ . ومن تم كان على مؤلف سفر اللاويين الاصحاح الحادى عشر لكى يمكن الاسرائيليين من أكل الجراد أن يورد شرطاً خاصاً لتحريم أكل الأشياء الزاحفة فتقول الآية الحادية والعشرون من الاصحاح الحادى عشر ( لاويين ) : « الا هذا تأكلونه من جميع ديبب الطير الماشى على أربع . ما له كزعان فوق رجليه يشب بهما على الأرض » . ويعلق ليتش على هذا النص بأن عمليات التمييز الثنائى لا يمكن أن تسير الى مدى أبعد من هذا .

وقد تم خلق الرجل والمرأة فى نفس الوقت .

وقد اوحى الى نظام المخلوقات كله أن يكون « مثمراً ويتكاثر » ، ولكن مشكلات الحياة فى مقابل الموت ، والزنا فى مقابل التكاثر السليم لم تمس هنا على الإطلاق .

والملاحظ على اتجاه ليتش الأساسى فى معالجة هذا الموضوع أنه قد ركز على مسألة القواعد المنظمة للسلوك الجنىسى ، والخروج عليها لكى يوضح كيف أن عدداً متنوعاً من صور

أم أغراب ؟ الواقع أن النص يراوغ في هذه النقطة ولا يقدم اجابة محددة . وان كنا نلاحظ أن نصوص العهد القديم تضع - ضمنا - أبناء المملكة الشمالية في وضع أدنى ، بل وتعاملهم في بعض الاحيان ككفار كلية . ( انظر تعبيراً واضحاً عن هذا الموقف في قصة أهاب Ahab ملك إسرائيل ) .

ومع ذلك فإن البيتين المكيين يتصاهران دائماً ، ويعامل النص تلك الزيجات كزيجات سرعية مما يعنى - في هذا السياق بالذات - أن الشماليين هم في النهاية اسراييليون وأبناء نفس الدين ! فهل يمكن إذن أن نعتبر المملكة الشمالية كيانا شرعياً ؟ ولكن التسليم بأمر كهذا ينطوى على تناقض مع ضرورة وحدة البيت المالك الاسرائيلى في أبناء يهوذا ، والأصل الواحد لسليمان وللقدس . فوجود مملكتين يمثل إذن نوعاً من التناقض في ذاته .

ويخلص المؤلف من استعراض عشرات التفاصيل - التى لن يتسع المجال لاستعراضها - الى أننا لو وضعنا تفاصيل النص بجوار بعضها لوجدناه متناقضاً أشد التناقض .

ولا نجد أمامنا سوى « تاريخاً » مليئاً بأحداث عشوائية لها بناء « الأسطورة » . وما تريد أن تقولها الأسطورة ليس هو بالتحديد ما يريد محرروها التعبير عنه واعي . وإنما هي تعبر عن أشياء كامنّة وأصيلّة في الثقافة اليهودية التقليدية ككل . ( ص ٥٣ من الكتاب ) .

وهنا تتضح لنا فائدة هذه النظرة الى نصوص العهد القديم ، فالأسطورة - كما أشار ليفى ستروس من قبل - تحاول أن تضع حلاً لأشياء يستحيل حلها في الواقع ، وأن توفّق بين متناقضات لا يمكن بغير الطريق الأسطوري التوفيق بينها . وهذا التوفيق أو الحل الوسط خاص بوضع اليهود في المجتمع . فهم يرغبون في السيطرة على مجتمع هم فيه أقلية . ومع كونهم أقلية فهم لا يريدون الامتزاج في هذا

وهنا يميز ليتش بين نوعين من التناقض : **تناقض بنائى** ( وهو عبارة عن تضارب في المضمون في أمور جوهرية عظيمة الشأن ) و**تناقض في المضمون** ( وهو عبارة عن عدم اتساق في التفاصيل القليلة الشأن الواردة في نسيج القصة ) **والنوع الثانى من التناقض هو الأكثر انتشاراً** . وهو يرجع في الغالبية العظمى من الحالات الى تعليقات وتفسيرات محرفة من جانب محررى النص التى يفحونها على النص بهدف القضاء على تناقضات تبدو أخطر وزناً وأعظم شأنًا . ونجد أن الانحراف الكامل لمثل هذا التضارب هو الذى يجعل هذه النصوص « التاريخية » مادة صالحة للتحليل البنائى . إذ أنه في ظل مثل هذه الظروف لا يصبح البناء الأساسى للقصة بعد نحت السيطرة الواعية لمحررى النص ، ومن ثم يتميز بطابع خاص مميز . وعند هذا الحد لا تصبح القصة مجرد تنابع في الاحداث ، وإنما تتحول الى دراما حية حقيقية .

وإذا تأملنا الواقع العملى كما ننقله اليها نصوص العهد القديم وجدناه لا يفرق تفرقاً قاطعاً واضحاً وجازماً بين القريب والغير ، أو بين الاسرائيلى وغير الاسرائيلى . ويقدم ليتش خريطة عامة لتوزيع القبائل في أرض فلسطين يخلص من تحليلها الى أن التمييز بين الاسرائيلىين والاغراب ليس تمييزاً محدداً أسود وأبيض ، وإنما توجد بين الاسرائيلى « الحقيقي » والغير « الكافر » سلسلة طويلة من الظلال ومن القرابة المتدرجة . وهنا يتساءل المؤلف كيف يمكن في ظل مثل هذه الظروف الالتزام بقواعد الزواج من الداخل ؟

ثم يتعقب المؤلف التناقض في صورة أخرى ، إذ يخبرنا « التاريخ » أنه كانت هناك مملكتان اسراييليتان : مملكة اسراييلية في الجنوب ( مملكة يهوذا ) ومملكة ثانية في الشمال ( مملكة اسرائيل ) . فكيف يتسنى تقبل هذه الحقيقة والعهد القديم يؤكد أن أبناء اسرائيل يجب أن يكونوا شعباً واحداً وليس شعبين منفصلين ؟ هل أبناء المملكة الشمالية اسراييليون حقيقيون

### البحر الخضم ، والا فقدوا وحدتهم وهويتهم التي هي مصدر قوتهم .

ويستعين المؤلف في توضيح هذا التناقض الأساسي باستعراض بنائي لمخطط العلاقة الزوجية في قصص العهد القديم على النحو التالي :-

١ - تحريم الزنا بالمحارم وارتباطه بقاعدة الزواج من الخارج ، كأساس لتكوين اتحادات زوجية بين جماعات متعارضة داخل مجتمع سياسي واحد .

٢ - قاعدة الزواج من الداخل كأساس للحفاظ على وحدة الجماعة الدينية . ونلاحظ هنا التناقض بين هذه القاعدة ومبدأ تحريم الزنا بالمحارم ، أو بين الزواج من الداخل والتسليم بأن المجتمع يتكون من جماعات متعارضة متعادلة يؤلف الزواج بينها .

٣ - يميز محررو العهد القديم طبقاً لهذا بين الشعب الاسرائيلي وبين غير الاسرائيليين . ولكننا نجد هنا - كما نجد في الطبيعة - فئات وسيطة لا هي اسرائيلية تماماً ، ولا هي غريبة عليه : كابناء راشيل وبيت يوسف ، وقبيلة بنيامين .... الخ .

ويحاول المؤلف أن يبين الطريقة التي استطاع بها سليمان أن يكتسب حقه هذا . فيستعرض السبل المختلفة لاكتساب الشرعية أو حق السيادة على شيء معين ، كالشراء والوراثة . ويخلص الى ان الوراثة هي السبيل الوحيد المشروع مشروعية كاملة . وفي ضوء هذه النقطة فان معرفة سلاسل النسب تصبح ذات أهمية فائقة وحاسمة . ولذا يتتبع المؤلف سلسلة نسب سليمان كما جاءت في الانجيل ( سفر متى وسفر لوقا ) وهي تعد أربعة عشر جيلاً بين ابراهيم وسليمان . ولم يرد في هذه القائمة كجدات لسليمان سوى أربع تدور قصصهن حول محور واحد يتركز حول التساؤل عما اذا كان من الممكن لاسرائيلي « نقي » أن ينجب أبناء شرعيين من امرأة غير

اسرائيلية ، أو العكس عما اذا كان من الممكن لامرأة اسرائيلية أن تحمل بطفل اسرائيلي بعد معاشرة رجل ليس باسرائيلي نقي . والاجابة على السؤالين بالمعنى المحدود هي النفي بالطبع . الا ان القصص القانونية كذلك المتضمنة في الزواج الليفراني ( أي زواج ارملة المتوفى بشقيق زوجها ) أو في المبدأ الفائل بأن « ابن البغي لا أب له » تجعل المسألة أقل تحديداً ووضوحاً وأصعب على التحليل القاطع النهائي .

فاذا تساءلنا عن السبب في ادراج مثل هؤلاء النسوة « المشبهات » في سلسلة نسب الملك سليمان ، لوجدنا ان الاجابة بالقطع تصبح عديمة المعنى خالية من كل دلالة في ضوء الظروف السياسية التي سادت ارض فلسطين بعد ذلك ككيان متميز عن اليهود كجماعة دينية . ولكن اذا أخذنا تلك القصص بمعناها الواسع لوجدناها تتيح القول بأن الملك سليمان ليس فقط سليل بيت يعقوب ( اسرائيل ) ، وانما هو بنفس القدر سليل بيت « عيساو » Esau و « ادوميت » Edomite ، بل « وهيت » الكنعاني . معنى هذا انه الوريث الشرعي لملك كل تلك الاراضي والممالك .

واذا كان هذا التفسير يمثل نوعاً من المراوغة والتناقض ، فان هذا بالتحديد هو ذلك النوع من المراوغات والتحايلات التي ينطوي عليها « التاريخ الاسطوري » ، وذلك ان صحت تفسيرات ليفي ستروس للاسطورة بوجه عام . كما ان تلك القصص توضح نقطة أخرى أكثر عمومية ، « وهي أن الاثم في الأساطير سمة ذات معنى مزدوج أشد الازدواج تقترب بها من التقوى والورع . فقايل - الذي ذبح أخاه هابيل - قد أصبح لذلك شخصاً مقدساً يتمتع بحماية الله وعنايته . كذلك البغاء في الكتاب المقدس ، فمع كونه « خطاً » وانما ، الا أنه يمثل سبيلاً يسيراً الى القداسة والورع من خلال التوبة والندم . فقد كانت



المحدثون ، اليهود والمسيحيون على السواء ، يفترضون سلفا بوجه عام أن هذه التفاصيل لم تعد ذات شأن وأنها فقدت كل أهمية ودلالة . هذا بينما كان كتاب القرن التاسع عشر ، باحترامهم الزائد لدقة « الحقيقة الانجيلية » التي لا فساد فيها ، يرون أنه من الضروري تفسير سلاسل النسب هذه عن طريق افتراض وجود ذاكرة شعبية تعي الحركات القبلية القديمة . أما بالنسبة لعالم الانثروبولوجيا فان تفاصيل النسب تنطوي على أهمية فائقة . فهو يسلم بأن تفاصيل علاقات القرابة وروابط المصاهرة « لا تذكر » الا كتبرير لتأكيد حقوق معينة ..

والحالات التي قمت بتحليلها تقدم دليلا اكيدا على صحة هذا الافتراض ، وقد أوضحت في ثنايا استعراضى لتلك الحالات أن العمليات الفكرية عند مؤلفى وجامعى الكتاب المقدس تختلف عن عملياتنا الفكرية على نحو خاص ، وتدو لى تلك النقطة ذات دلالات كبرى لفهم التاريخ القديم .

**ثالثا :** ان هذا النوع من التحليل يستند الى فرض أولى مؤداه أن النص في مجموعه يجب أن يعالج كوحدة وكيان كلي مترابط . ويتعارض هذا الموقف تعارضا حادا مع منهج الدارسين التقليديين المتزمطين . فاذا صادف هؤلاء الدارسون تكرارا صريحا ، أو عدم اتساق ... الخ فانهم يعتبرونه دليلا على فساد النص . وهنا يرى ان مهمته تتمثل في استخلاص الحقيقة من الزيف ، وفي تمييز الرواية القديمة عن رواية أخرى قديمة وهكذا . فالنص في نظر الدارس التقليدى ليس وحدة وكيانا كلياً وانما خليط من الوثائق التي يمكن فصل بعضها عن بعض . ولم أسع في معالجتى اطلاقا الى تحدى هذه القضية ... ولكنى حاولت أن أدرس النص كوحدة .. ولو تناولنا النص كوحدة مترابطة فسوف يختفى التمييز العادى بين الاسطورة والتاريخ . فالشرائع التاريخيه في العهد القديم تكون تاريخا أسطوريا متكاملا كان بمثابة تبرير لحالة المجتمع اليهودى

تامار ، وراهاب ، وروث جميعا بغايا على نحو ما ، ولكنهن مثل مريم المجدلية قديسات . كذلك فالعكس يمكن أن يكون صحيحا أيضا . فالحماس الزائد في أداء الواجبات الشعائرية يمكن أن يتحول الى النقيض في بعض الاحيان ، ويجعل من مؤدى تلك الشعائر آثما ومخطئا . ولعلنا لو تأملنا شرور ساول عن كثب لوجدناها شديدة الشبه - بشكل غريب - بفضائل داود . ( بصفتى ٦٤ - ٦٥ من الكتاب ) .

وبعد ان يفرغ المؤلف من مناقشة الدلالة البنائية لسلسلة نسب سليمان ينتقل الى استعراض النظام البنائى الكامن في التسلسل الزمنى لاحداث قصة سليمان كما وردت في الكتاب المقدس . وهو ينتهج في هذا العرض اسلوب الكشف عن البناء الثنائى للقصة ، وما بين هذين العنصرين النقيضين من عنصر بالث وسيط . « ففى الاصحاح التاسع والعشرين من سفر صمويل الاول نجد المقابلة بين « ساول » ( من بيت بنيامين ) وداود ( من بيت يهوذا ) ومن ثم المقابلة بين الاسرائيلى والاجنبى . ثم نجد داود ( أى بيت يهوذا ) يتحالف مع الاجانب » وهكذا . ( قارن صفحة ٧٠ وما بعدها ) . ولن يتسع المقام بالطبع لاستعراض بقية نتائج هذا التحليل .

وفي نهاية هذا الفصل يقدم المؤلف تلخيصا بارعا لنتائج دراسته المستفيضة عن حقيقة سليمان ، ويعدد تلك النتائج على النحو التالى:

« أولا : يوضح التحليل ان التتابع التاريخى - فى هذه الحالة - له فى ذاته دلالة بنائية . وهو أمر يميز تلك الحالة بالذات عن سائر المواد التى تعرضنا لها بالدراسة فى هذا المقال .

**ثانيا :** ان التحليل قد استفاد استفادة كبرى من التفاصيل المتعلقة بتسلسل النسب وبالاسماء الجغرافية التى وردت فى النص بكثرة . والواقع ان اتجاهات التفسير تتباين حول دلالة هذه الامور . فعلماء اللاهوت

في وقت معين عندما وصل ذلك الجزء من نص الكتاب المقدس الى مستوى من الاستقرار التقريبي كشرعية دينية » . ( صفحات ٧٩ وما بعدها ) .

• • •

### ج - الولادة العذرية :

يبدأ ليتش مقاله الثالث المعنون « الولادة العذرية » Virgin Birth بتوضيح المناسبة التي دفعته الى بحث هذا الموضوع . وهى خلاف علمى بينه وبين البروفسور سبيرو Spiro حول تفسير البيانات الاثنوجرافية التي تدعى ان بعض القبائل البدائية ( خاصة بعض قبائل سكان استراليا الاصليين ) يجهلون طبيعة الابوة الفسيولوجية . ومن ثم لا يرون ثمة علاقة بين المعاشرة الزوجية وحمل الام . وانما يقدمون لذلك تفسيرات مختلفة . ولكن ليتش يرى ان تلك البيانات لاتعنى أنهم يجهلون العلاقة بين المعاشرة والحمل . « فالتفسير الحديث للشعائر التي وردت عنهم يعنى ان في هذا المجتمع العلاقة بين ابن المرأة وافراد عشيرة زوجها تنشأ عن الاعتراف العام بروابط الزواج ، وليس عن حقائق المعاشرة . وهو وضع طبيعى للغاية » . ( صفحة ٨٧ ) .

ويرى ليتش ان الباحثين الذين ادلوا برأى في تفسير جهل البدائيين للابوة الفسيولوجية قد تأثروا في ذلك بالدراسات النظرية التطورية السابقة حول مختلف نظم الحياة .

وأخيرا يتصدى المؤلف في الجزء الباقي من المقال ، لتحليل الاعتقاد في الولادة العذرية مستهديا في ذلك بموقف عام حدده بوضوح : وهو ان الانثروبولوجي يهتم أساسا بالبحث عن أوجه الاختلاف بين حياته ( الراقية ) وحياة الشعوب الاخرى ( البدائية ) . ولكن ليتش نفسه يهيمه من هذه المقارنة استخلاص أوجه التقارب والشبه بين حياتنا ومعتقداتنا وحياة ومعتقدات أولئك « البدائيين » .

• • •

لعل القيمة الحقيقية للكتاب الذى بين ايدينا لاتتمثل فيما قدمه من دراسات لمشكلات محددة مشخصة ( على أهميتها الكبرى وطرافتها كما أوضحنا ) بقدر ما تتمثل فيما اثاره من قضايا ذات طبيعة منهجية أو ذات طبيعة عامة . فقد أكد بوضوح البناء التناثي للاسطورة . وناقش بافاضة منهجه في التحليل البنائي وما يرتبط به من مشكلات تعدد النصوص ، وصيغه المعتمدة وهى مشكلة ذات وزن خطير لكل من يتصدى لدراسة الادب الشعبى بأنواعه جميعا . وتعرض كذلك للفرق الجوهرى والهام بين اسلوب المقارنة على أساس المضمون ، والمقارنة على أساس البناء ، ودلالة ذلك بالنسبة للتحليل البنائي الذى يقدمه أو قيمة هذا التمييز أنه يغير نظرة الباحث تفييرا أساسيا الى تفاصيل الاسطورة او الاساطير موضوع الدراسة ، والى تباين تلك التفاصيل من رواية لآخرى .

وعلاوة على تلك المشكلات الهامة اثار المؤلف بعض مشكلات تطبيق المنهج البنائي عند ليفى ستروس ، وعلاقة ذلك بتحليلاته التي يقدمها ، ونوع المادة التي اختارها لهذا التحليل ، كذلك تعرض لمشكلة تنوع وتكرر روايات الاسطورة الواحدة ، حاول أن يقدم جهدا أصيلا في تحديد فوائد منهج التحليل البنائي وقيمتة العلمية التي تبرر ما يبذل فيه من جهود .

وختاما فنحن بصدد دراسة عظيمة تستمد عظمتها من دقة تحليلاتها واجادتها دراسة موضوعها المحدد الذى اختارته ، ومن تفوقها المنهجي . وقد حاولنا في عرضنا أن ننصف المؤلف بأن تناولنا في عرضنا الاسهامات المنهجية العامة التي قدمها بنفس القدر من العناية الذى تناولنا به دراسته لموضوعه المحدد ، فقد أسدى آدموند لينش بكتابه هذا خدمة جليلة للاتجاه البنائي ، وللدراسات الانثروبولوجية بعامة ، ولدراسة أساطير الكتاب المقدس في ضوء جديد . ونرجو أن يكون هذا العرض دعوة للقارئ العربى ليزداد اهتماما بهذا النهج الجديد في الدراسة ليكون أكثر قدرة على ملاحقة تقدم العلم الانسانى في العالم .

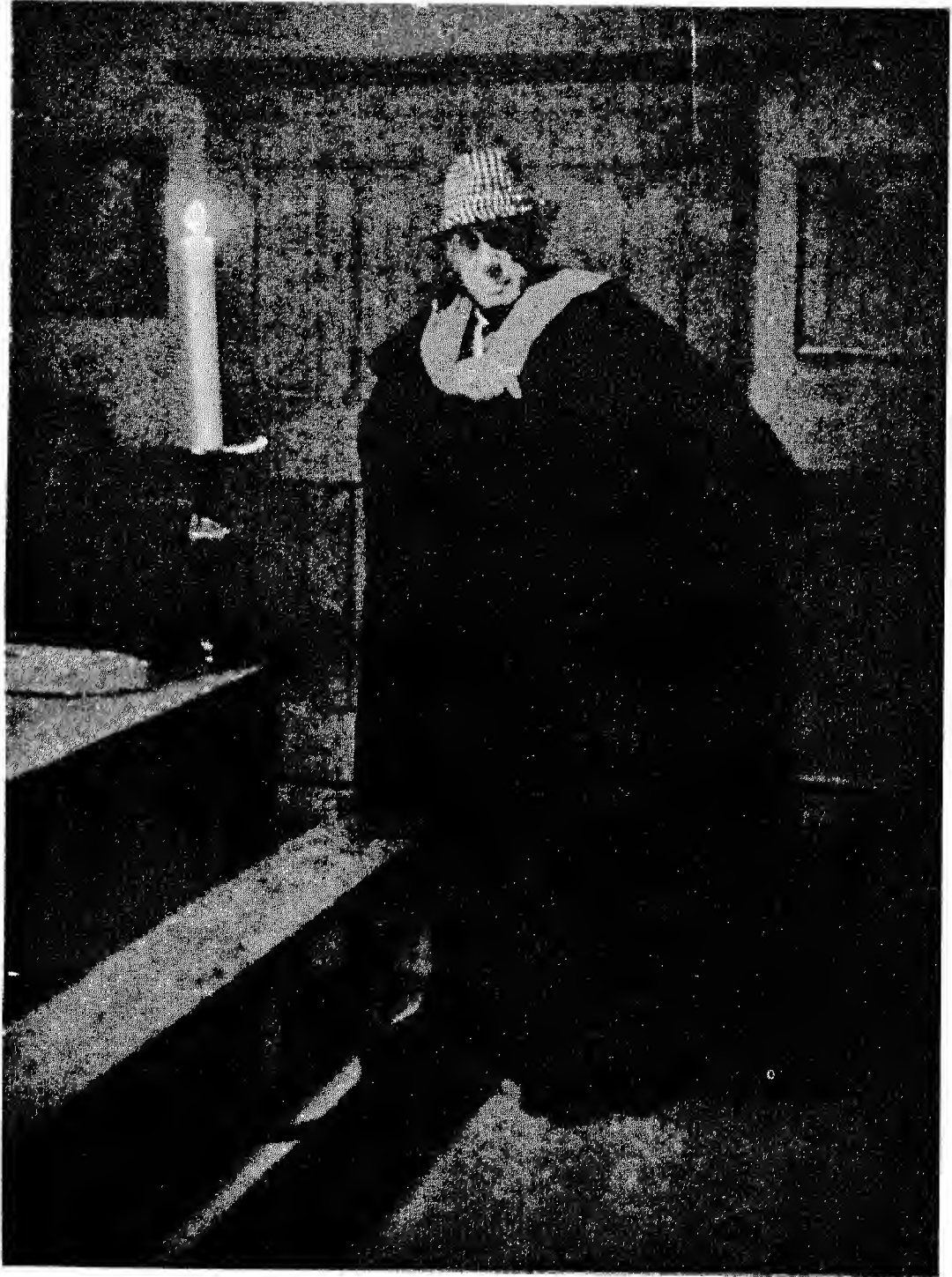
### من الكتب الجديدة

كتب وصلت الى ادارة المجلة ، وسوف نعرض لها بالتحليل في الاعداد القادمة

1. Carter, April ; **The Political of Anarchism**, Routledge & Kegan Paul London 1971.
2. Hance, William A. ; **Population, Migration, and Urbanization in Africa**, Columbia University Press 1970.
3. Karnow, Stanley ; **Mao and China, From Revolution to Revolution**, Macmillan London 1973.
4. Steegmuller, Francis ; **Cocteau, A Biography**, Macmillan 1970.
5. Wiener, R.S.P. ; **Drugs and Schoolchildren**, Longman, London 1972 (3rd Edition)

★ ★ ★





الفنان بيكاسو

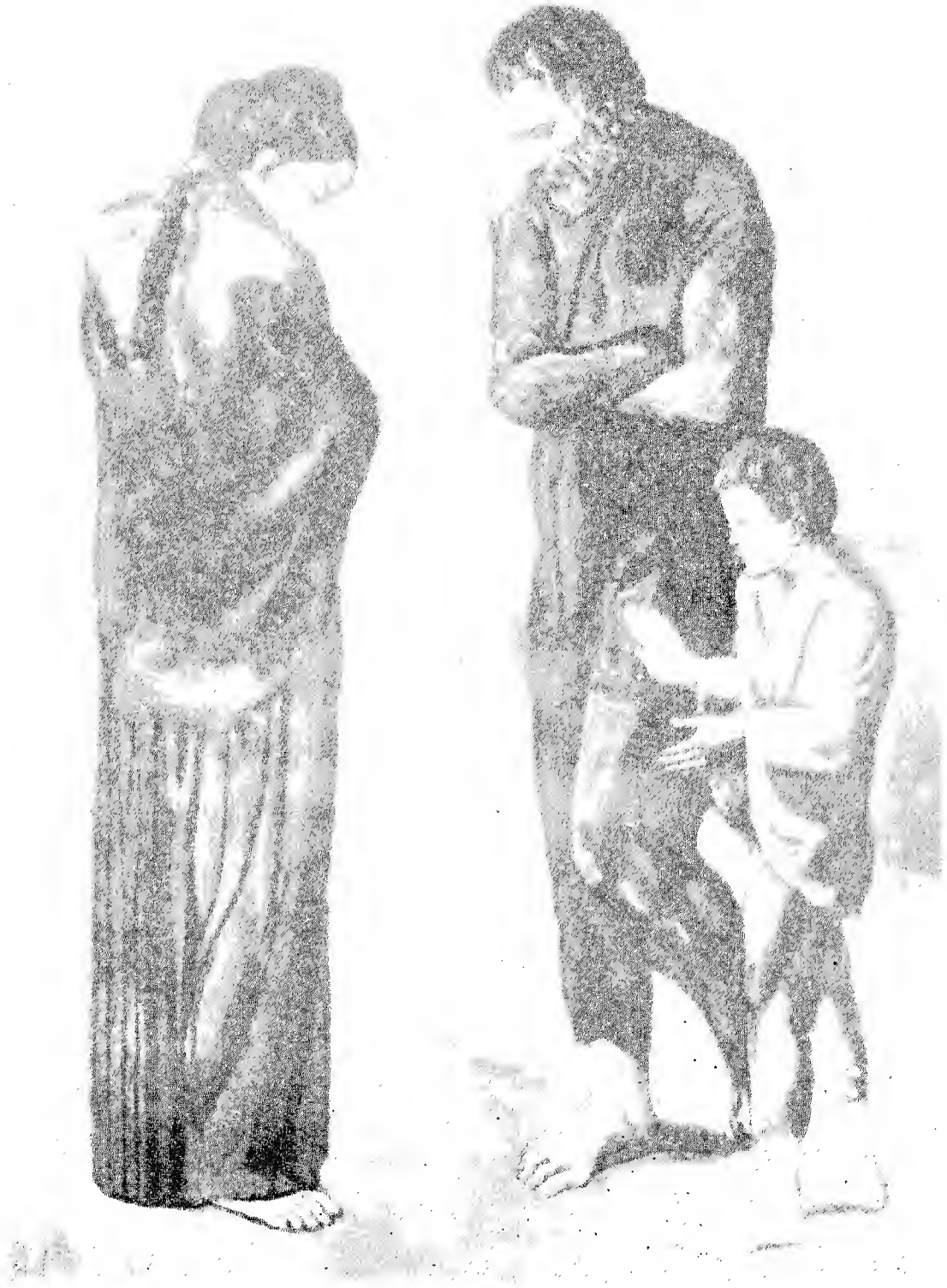


← طفلة عارية القدمين - ١٨٩٥

↑ زوجه الفنان - ١٩١٨







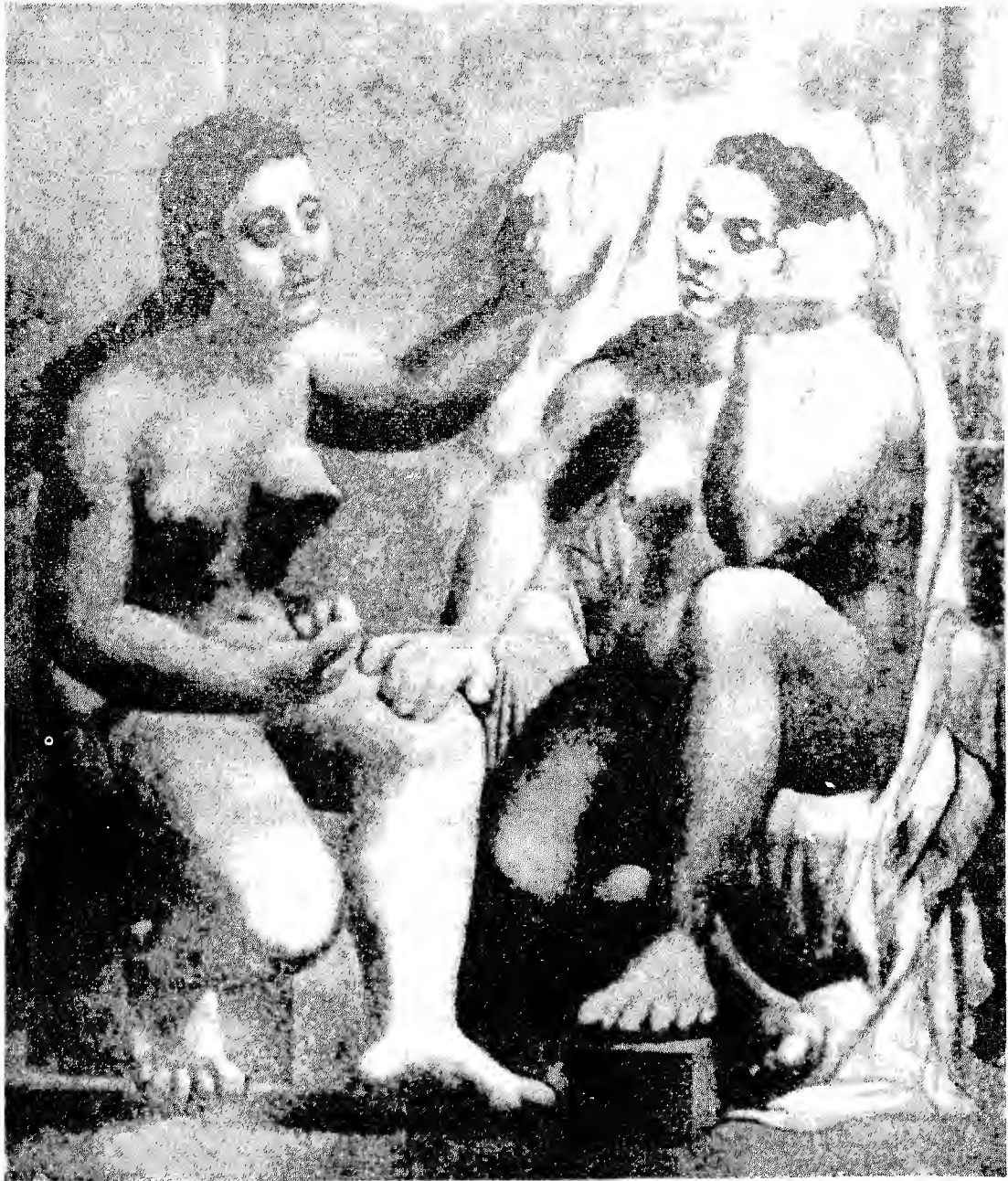
الفقراء على شاطئ البحر - ١٩٠٣



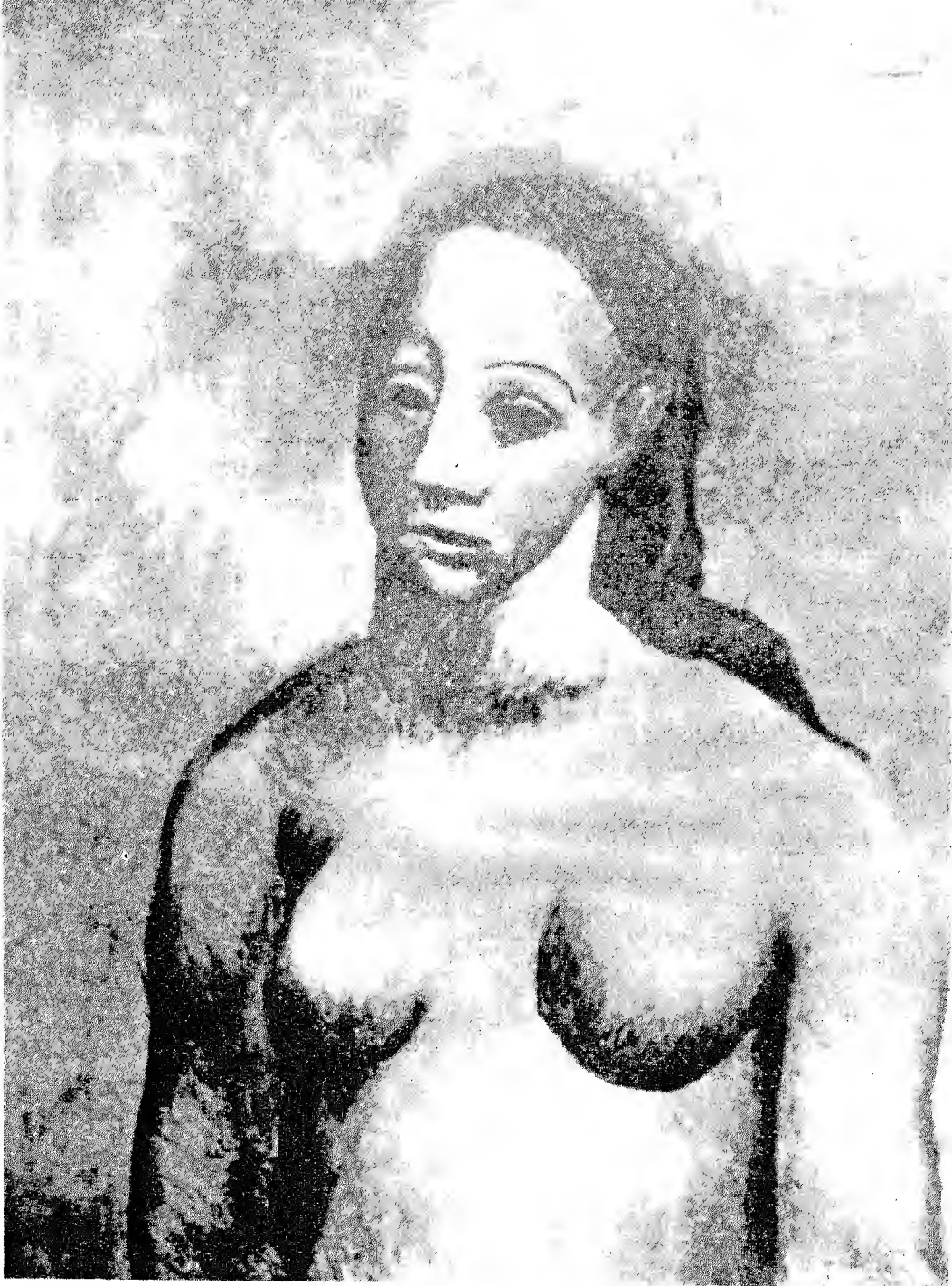
نیرکا۔۔۔۔۔



منہ بولہ - ۱۹۲۱



عاريتان وملاءة - ١٩٢٠



دراسة لامرأة - ١٩٠٦



طعام العشاء - ١٩٠١



بيكاسو



رأس امرأة - ١٩٠٧



← الشرفة - ١٩١٩

قنينة السوز - ١٩١٣







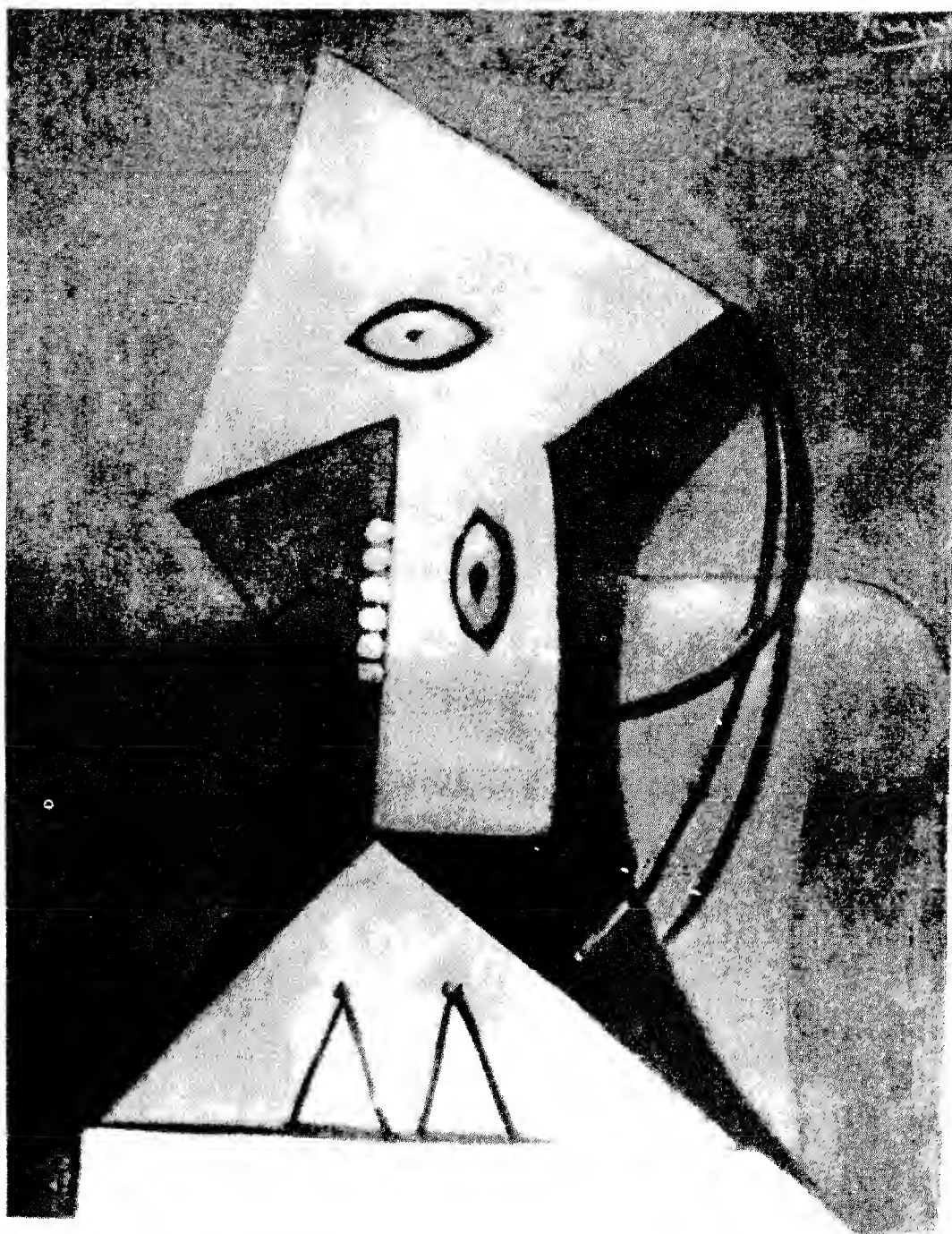
طبيعة صامتة وشال أحمر - ١٩٢٤





طبيعة صامتة مع أعناب - ١٩٣٧

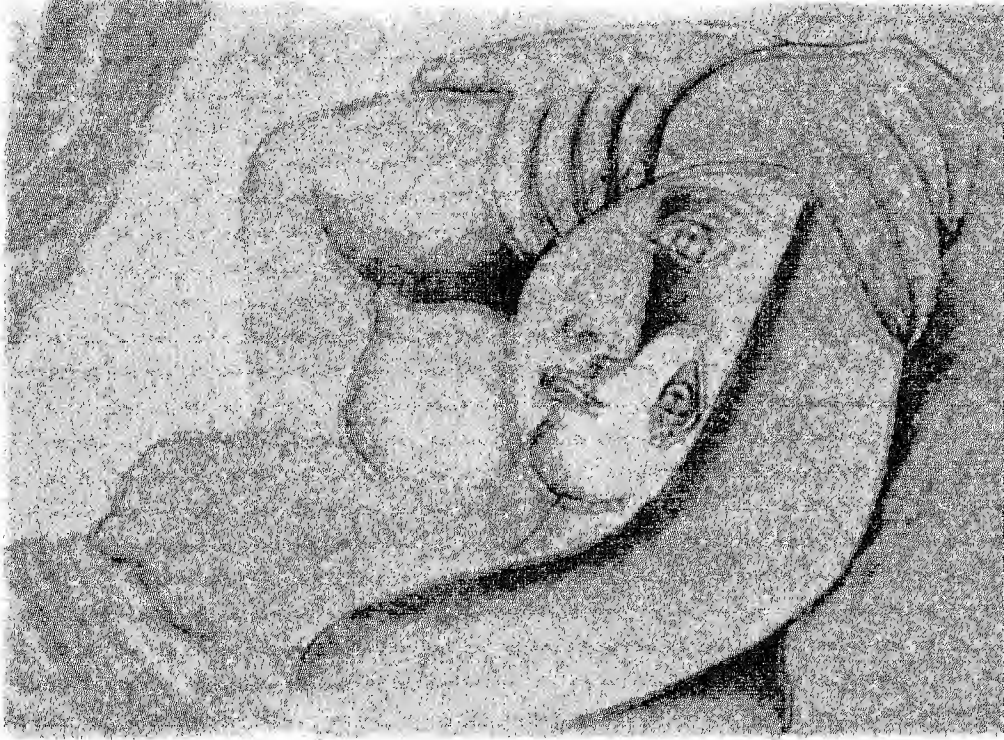




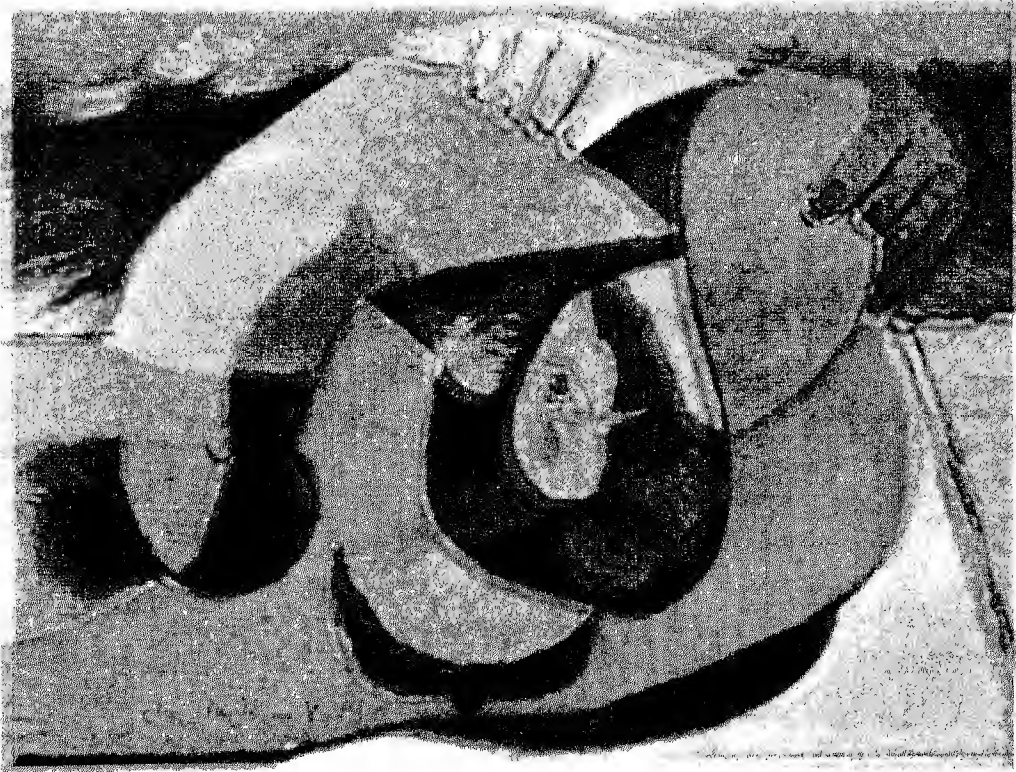
↑ امرأة على مقعد أحمر - ١٩٢٩

رأس امرأة - ١٩٠٧





مضطجعة - ١٩٢٩



مضطجعة - ١٩٣١

العدد التالى من المجلة

العدد الثالث - المجلد الخامس

اكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٧٤

قسم خاص عن الانسان والجريمة

بالاضافة الى الابواب الثابتة

الخليج العربي	٥	ريال	سوريا	٣	ليرة
السعودية	٥	ريال	المتاهرة	٢٥٠	ميل
البحرين	٤٠٠	فلس	السودان	٢٥٠	ميل
اليمن الجنوبية	٤٠٠	فلس	ليبيا	٣٥	قريش
اليمن الشمالية	٤٥	ريال	مستط	٤٠٠	مايك
العراق	٣٠٠	فلس	الجزائر	٥	درايم
لبنان	٢٠٥	ليرة	تونس	٥٠٠	مايم
الأردن	٢٥٠	فلس	المغرب	٥	درهم

مطبعة حكومه الكويت